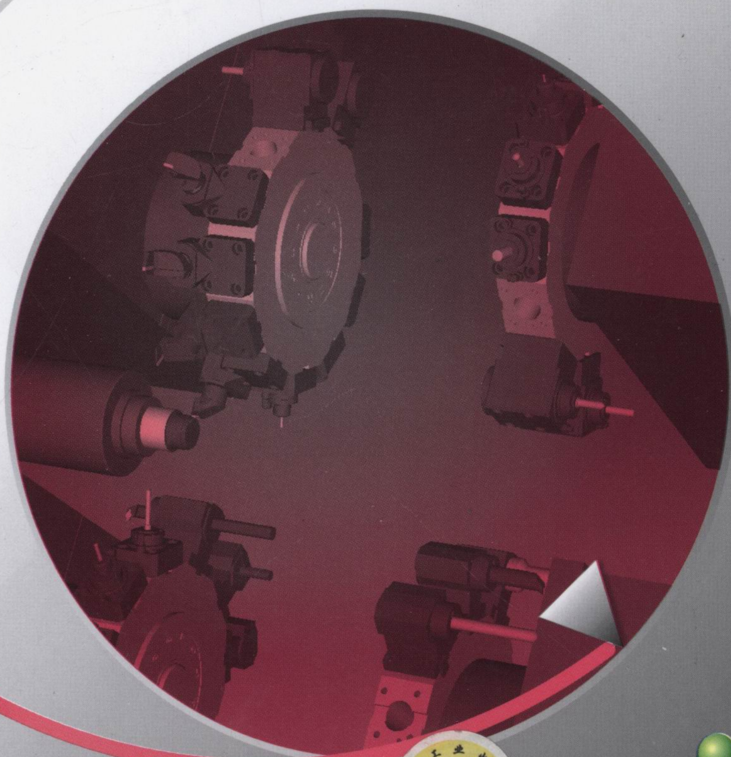
数控仿真软件应用丛书

CAXA 2011 数控仿真技术与实例详解

高长银　李万全　彭美武　黎胜容　主编





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠送实例素材文件

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

数控仿真软件应用丛书

CAXA 2011 数控仿真技术与实例详解

高长银　李万全　彭美武　黎胜容　主　编



机 械 工 业 出 版 社

本书从实用的角度，系统深入地介绍了 CAXA 数控仿真的操作技术和典型实例。全书共 8 章，主要内容为：CAXA 数控车基础、CAXA 数控车 CAD 功能、CAXA 数控车 CAM 功能、CAXA 数控车仿真实例、CAXA 制造工程师基础、CAXA 制造工程师 CAD 功能、CAXA 制造工程师 CAM 功能以及 CAXA 制造工程师仿真实例。

本书内容全面，实例典型，讲解方式深入浅出，将基础知识和应用相结合，读者即使毫无 CAXA 基础，通过学习也可以快速上手应用，实现从入门到精通。

本书适合广大数控仿真人员使用，是参加数控大赛的必备参考书，同时也可作为大中专院校相关专业学生的理想教材。

图书在版编目（CIP）数据

CAXA2011 数控仿真技术与实例详解/高长银等主编．—北京：机械工业出版社，2013.1

（数控仿真软件应用丛书）

ISBN 978-7-111-41378-3

Ⅰ．①C…　Ⅱ．①高…　Ⅲ．①数控机床—计算机辅助设计—应用软件　Ⅳ．①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 020936 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）

策划编辑：周国萍　　责任编辑：周国萍　王彦青

版式设计：霍永明　　责任校对：杜雨霏　常天培

封面设计：姚　毅　　责任印制：张　楠

北京交通印务实业公司印刷

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 19.75 印张 · 490 千字

0 001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-41378-3

定价：49.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

策划编辑：（010）88379733

电话服务　　网络服务

社服务中心：（010）88361066　　教材网：http://www.cmpedu.com

销售一部：（010）68326294　　机工官网：http://www.cmpbook.com

销售二部：（010）88379649　　机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：（010）88379203　　封面无防伪标均为盗版

前　言

当今世界各国在制造业中都广泛采用数控技术。数控技术水平的高低、数控设备拥有量的多少以及数控技术的普及程度，已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化水平的重要标志。

CAXA 作为北京北航海尔软件有限公司的产品，具有强大的数控仿真功能，包括数控车、制造工程师两个主要模块，可以实现数控车、铣，是从二维到五轴的多轴仿真技术，在国内拥有广大的用户群，是国家数控大赛指定的数控仿真软件之一。

为保证图书的实用性，本书以典型的零件为载体，从“零件图样及信息分析”到“零件的检测与分析”，按照读者学习掌握知识的规律，由浅入深，对整个零件的加工过程进行详细阐述。全书共 8 章，具体内容如下：

第 1 章为 CAXA 数控车基础，简要介绍了 CAXA 软件的特点、系统配置、数控车用户界面以及设置操作。读者通过学习该部分知识，将对 CAXA 数控车有基本的了解和认识。

第 2 章介绍了 CAXA 数控车 CAD 功能，包括零件图形的构建，零件图形的编辑和几何变换以及零件图形的绘制实例。

第 3 章介绍了 CAXA 数控车 CAM 功能，首先介绍了 CAM 基础操作，然后介绍了车削参数的设置使用。

第 4 章介绍了 6 个 CAXA 数控车仿真实例，读者通过学习，可掌握 CAXA 数控车仿真步骤，提高 CAXA 数控车仿真应用技能。

第 5 章介绍了 CAXA 制造工程师基础，包括软件功能和特点、软件系统配置需求、安装和卸载，以及用户界面与设置操作

第 6 章介绍了 CAXA 制造工程师 CAD 功能，主要包括线架造型、曲面造型和实体造型。

第 7 章介绍了 CAXA 制造工程师 CAM 功能，首先介绍了 CAXA 制造工程师 CAM 加工窗口、参数设置，然后介绍了常用加工方法以及多轴加工技术。

第 8 章介绍了 CAXA 制造工程师仿真实例。实例安排由简到难，读者学习后可举一反三，快速提高 CAXA 仿真应用技能，实现从入门到精通。

与同类书相比，本书有以下特点：

1）内容安排以实用、适度为原则，基本技术和应用实例相结合，避免枯燥的纯理论讲解，适合各类读者学习。

2）实例典型丰富，实践性和代表性强。讲解深入浅出，零件图样及信息分析→加工方法与工艺→零件程序→仿真加工→检测与分析全程展示，可以快速提高读者学习效率。

3）为帮助读者学习，提供了实例素材文件，可联系 296447532（QQ 号）获得。

本书由高长银、李万全、彭美武、黎胜容主编，参与本书编写的有黄云林、涂志涛、邓力、刘红霞、刘铁军、何文斌、王乐、杨学围、张秋冬、闫延超、毕晓勤、董延、郭志强、贺红霞、史丽萍、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松。

本书适合广大数控仿真人员使用，是参加数控大赛的必备参考书，同时也可作为大中专院校数控专业学生的理想教材。

由于本书内容广泛，难免出现不完善和不妥之处，敬请读者批评指正。

编　者

目　　录

前言
第 1 章　CAXA 数控车基础 1
1.1　CAXA 数控车简介 1
1.1.1　软件功能和特点 1
1.1.2　软件系统配置需求 2
1.1.3　CAXA 数控车的安装和卸载 2
1.2　CAXA 数控车用户界面与设置操作 4
1.2.1　用户界面 4
1.2.2　文件管理 5
1.2.3　视图操作 7
1.2.4　系统配置 9
1.2.5　基本操作方法 11
第 2 章　CAXA 数控车 CAD 功能 15
2.1　零件图形的构建 15
2.1.1　基本图形的构建 15
2.1.2　高级图形的构建 19
2.2　零件图形的编辑及几何变换 21
2.2.1　零件图形的编辑 21
2.2.2　零件图形的几何变换 22
2.3　零件图形的绘制实例 25
2.3.1　零件图形的绘制实例 1 25
2.3.2　零件图形的绘制实例 2 27
第 3 章　CAXA 数控车 CAM 功能 30
3.1　CAXA 数控车 CAM 基础 30
3.1.1　数控加工的基本概念 30
3.1.2　刀具库管理 32
3.1.3　机床设置 35
3.1.4　后置设置 38
3.1.5　代码生成 40
3.1.6　参数修改 41
3.1.7　轨迹仿真 41
3.2　CAXA 数控车参数 41
3.2.1　轮廓粗车参数 42
3.2.2　轮廓精车参数 45
3.2.3　切槽参数 47
3.2.4　钻孔参数 48
3.2.5　螺纹加工参数 49
第 4 章　CAXA 数控车仿真实例 52
4.1　轴类零件轮廓车削仿真实例 52
4.1.1　零件 CAD 造型 52
4.1.2　零件 CAM 仿真加工 55
4.1.3　后置处理 62
4.2　套类零件轮廓车削仿真实例 63
4.2.1　零件 CAD 造型 63
4.2.2　零件 CAM 仿真加工 65
4.2.3　后置处理 70
4.3　零件切槽仿真实例 71
4.3.1　零件 CAD 造型 71
4.3.2　零件 CAM 仿真加工 73
4.3.3　后置处理 75
4.4　零件螺纹加工仿真实例 76
4.4.1　零件 CAD 造型 76
4.4.2　零件 CAM 仿真加工 78
4.4.3　后置处理 80
4.5　综合仿真实例 1 81
4.5.1　零件 CAD 造型 81
4.5.2　零件 CAM 仿真加工 84
4.5.3　后置处理 91
4.6　综合仿真实例 2 92
4.6.1　零件 CAD 造型 93

4.6.2　零件 CAM 仿真加工 95
4.6.3　后置处理 103

第 5 章　CAXA 制造工程师基础 105

5.1　CAXA 制造工程师简介 105
5.1.1　CAXA 制造工程师软件功能和特点 105
5.1.2　软件系统配置需求 108
5.1.3　CAXA 制造工程师的安装和卸载 108
5.2　CAXA 制造工程师界面与设置操作 111
5.2.1　用户界面 111
5.2.2　文件管理 113
5.2.3　视图操作 116
5.2.4　系统设置 118
5.2.5　基本操作方法 120

第 6 章　CAXA 制造工程师 CAD 功能 122

6.1　线架造型 122
6.1.1　曲线生成 122
6.1.2　曲线编辑 129
6.1.3　几何变换 133
6.1.4　曲线绘制实例 135
6.2　曲面造型 138
6.2.1　曲面生成 138
6.2.2　曲面编辑 143
6.2.3　曲面造型实例 147
6.3　实体造型 150
6.3.1　草图的绘制 150
6.3.2　特征生成 152
6.3.3　特征操作 156
6.3.4　实体造型实例 159

第 7 章　CAXA 制造工程师 CAM 功能 164

7.1　CAXA 制造工程师 CAM 基础 164
7.1.1　加工窗口 164
7.1.2　通用操作与参数设置 171
7.2　常用加工方法及参数设置 182
7.2.1　宏加工 182
7.2.2　粗加工 184
7.2.3　精加工 195
7.2.4　补加工 205
7.2.5　槽加工 207
7.2.6　其他加工 210
7.2.7　知识加工 212
7.3　多轴加工 213
7.3.1　四轴柱面曲线加工 213
7.3.2　四轴平切面加工 215
7.3.3　叶轮粗加工 218
7.3.4　叶轮精加工 219
7.3.5　五轴 G01 钻孔 220
7.3.6　五轴侧铣 221
7.3.7　五轴参数线 222
7.3.8　五轴曲线加工 222
7.3.9　五轴曲面区域加工 223

第 8 章　CAXA 制造工程师仿真实例 225

8.1　零件平面铣削加工仿真实例 225
8.1.1　零件 CAD 造型 225
8.1.2　零件 CAM 仿真加工 227
8.1.3　后置处理 231
8.2　零件型腔铣削加工仿真实例 232
8.2.1　零件 CAD 造型 232
8.2.2　零件 CAM 仿真加工 234
8.2.3　后置处理 242
8.3　零件曲面加工仿真实例 243
8.3.1　零件 CAD 造型 243
8.3.2　零件 CAM 仿真加工 249
8.3.3　后置处理 254
8.4　零件孔系加工仿真实例 255
8.4.1　零件 CAD 造型 255

8.4.2 零件 CAM 仿真加工 259
8.4.3 后置处理 263
8.5 三轴加工仿真实例 264
8.5.1 零件 CAD 造型 264
8.5.2 零件 CAM 仿真加工 266
8.5.3 后置处理 280
8.6 四轴加工仿真实例 282
8.6.1 零件 CAD 造型 282
8.6.2 零件 CAM 仿真加工 286
8.6.3 后置处理 290
8.7 五轴加工仿真实例 292
8.7.1 零件 CAD 造型 292
8.7.2 零件 CAM 仿真加工 296
8.7.3 后置处理 307
参考文献 310

第 1 章　CAXA 数控车基础

本章简要介绍 CAXA 数控车的基础知识，包括软件功能和特点、系统配置需求、安装和卸载以及用户界面与设置操作。

1.1　CAXA 数控车简介

1.1.1　软件功能和特点

CAXA 软件是北京北航海尔软件有限公司为制造业提供的“产品创新和协同管理”解决方案，可帮助制造企业对市场做出快速的响应，提升制造企业的市场竞争力，为制造企业相关部门提供从产品订单到制造交货直至产品维护的信息化解决方案，其中包括设计、工艺、制造和管理等解决方案。CAXA 软件功能强大、易学易用、工艺性好、代码质量高，现已在全国上千家企业使用，并受到好评。CAXA 数控车具有以下功能和特点：

1）CAXA 数控车是全中文、面向数控车床的 CAM 软件。该软件基于微机平台，采用原创的 Windows 菜单和交互方式，全中文界面，形象化的图标菜单，全面的鼠标拖动功能，灵活方便的立即菜单功能，智能化的动态导航捕捉功能，多方位的信息提示，便于用户轻松学习和操作。

2）CAXA 数控车具有 CAD 软件的强大绘图功能和完善的外部数据接口，可以绘制和编辑任意复杂的图形，工作坐标系可任意定义，并在多坐标系间随意切换，图层、颜色、拾取过滤工具应有尽有，系统完善。

3）CAXA 数控车使用简洁的轨迹生成手段，可按加工要求生成各种复杂图形的加工轨迹，能够完成内外轮廓及端面的粗、精车削，切槽、钻孔、车螺纹等。加工轨迹自动干涉排除，避免人为因素的判断失误；支持不具有循环指令的老机床编程，解决这类机床手工编程的繁琐工作；支持小内存机床系统加工大程序，自动将大程序分段输出。

4）CAXA 数控车具有通用后置处理功能，使 CAXA 数控车满足各种机床的代码格式，根据机床实际配置参数生成符合机床规范的加工代码。

5）CAXA 数控车可以对生成的代码进行校验及加工仿真。代码返读功能可以随时查看编程输出后的代码图形。

6）CAXA 数控车可以转换其他软件的数据，如 DXF、IGES 数据图形。

7）CAXA 数控车刀具功能可以自己定义，方便从刀具库中获取刀具信息和对刀具库进行维护，同时刀具库定义支持车削中心刀具。

1.1.2　软件系统配置需求

该软件在微软提供的平台 Windows XP、Windows2000、Win7（32 位版）上通过运行测试，并建议硬件配置为 Intel 2000 年后的 CPU、1G 或 2G 内存、40G 以上硬盘、512M 以上显卡、三键鼠标、标准键盘。

1.1.3　CAXA 数控车的安装和卸载

安装将首先出现安装界面，在“安装产品”下面单击“数控车安装”，如图 1-1 所示。

在自动进行安装配置后弹出欢迎安装 CAXA 数控车 2011 的界面，如果安装则单击“下一步”按钮，否则单击“取消”按钮，如图 1-2 所示。



图 1-1　单击“数控车安装”



图 1-2　欢迎界面

单击“下一步”按钮继续安装后，安装程序弹出许可证协议对话框，询问是否接受协议，如果不接受协议，系统会弹出退出安装的对话框。选择“我接受该许可证协议中的条款”选项将继续进行安装，如图 1-3 所示。

单击“下一步”按钮继续安装后，系统弹出用户信息对话框。安装程序询问用户系统的用户姓名、单位信息，用户姓名和单位名称可以根据自己的实际情况填写或任意填写。“此应用程序的使用者”选项则可以根据单位对软件的具体使用情况进行选择，如图 1-4 所示。

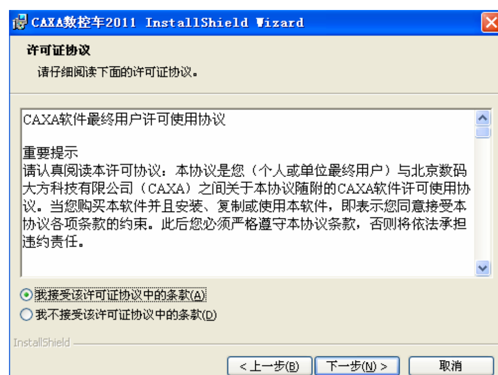


图 1-3　选择接受条款

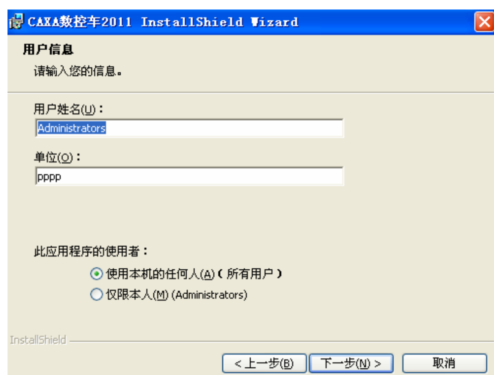


图 1-4　用户信息注册

单击“下一步”按钮继续安装，系统弹出选择安装路径对话框。安装程序默认把程序安装到 C:\CAXA\CAXALATHE\目录下，如果希望安装到其他路径下面，可以单击右侧的“更改”按钮来为安装程序指定一个新的目的位置。然后单击“下一步”按钮继续安装，如图 1-5 所示。

随后弹出安装类型对话框，系统将提示选择一个安装类型，可以根据需要选择一个最合适的安装类型，单击“下一步”按钮继续进行安装，如图 1-6 所示。

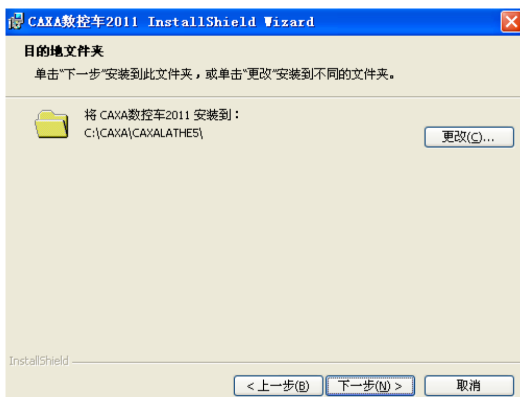


图 1-5　选择安装路径



图 1-6　选择安装类型

随后系统提示已做好安装程序的准备，单击“安装”按钮，如图 1-7 所示，系统弹出正在安装的对话框，自动安装程序，这需要几分钟的时间，安装结束后将显示安装成功对话框，单击“完成”按钮结束安装，退出向导，如图 1-8 所示。

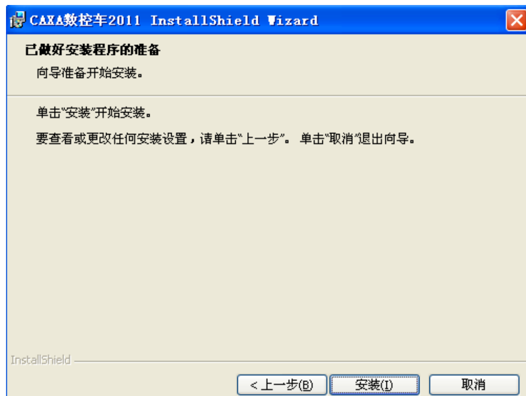


图 1-7　准备开始安装



图 1-8　安装完成

如果想卸载数控车 2011，可以在“控制面板”中单击“添加或删除程序”，在当前安装的程序列表中单击“CAXA 数控车”，将出现“删除”按钮。单击该按钮则开始卸载“CAXA 数控车”，也可以直接进入数控车的路径单击“卸载数控车 2011”进行卸载，如图 1-9 所示。

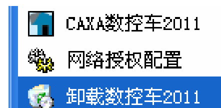


图 1-9　选择“卸载数控车 2011”

1.2 CAXA 数控车用户界面与设置操作

1.2.1 用户界面

CAXA 数控车的用户界面主要包括四个部分，即菜单栏、工具栏、状态栏和绘图区，如图 1-10 所示。各种应用功能通过菜单栏和工具栏驱动，状态栏指导用户进行操作并提示当前状态和所处位置，绘图区显示各种绘图操作的结果。CAXA 数控车使用最新流行界面，更贴近用户、简明易懂。

图 1-10 CAXA 数控车的用户界面

1．菜单栏

CAXA 数控车的菜单栏包括主菜单、立即菜单、工具菜单和弹出菜单四部分。

（1）主菜单　位于屏幕的顶部。它由一行菜单条及其子菜单组成，菜单条包括文件、编辑、视图、格式、幅面、绘图、标注、修改、工具和帮助等。每个部分都含有若干个下拉菜单。

（2）立即菜单　描述了该项命令执行的各种情况和使用条件。用户根据当前的作图要求，正确地选择某一选项，即可得到准确的响应。

（3）工具菜单　包括工具点菜单、拾取元素菜单。

（4）弹出菜单　CAXA 数控车弹出菜单是当前命令状态下的子命令，通过空格键弹出，不同的命令执行状态下可能有不同的子命令组，主要分为点工具组、矢量工具组、选择集拾取工具组、轮廓拾取工具组和岛拾取工具组。如果子命令是用来设置某种子状态，CAXA 数控车在状态条中显示提示用户。

2．工具栏

在工具栏中，可以通过鼠标左键单击相应的功能按钮进行操作，系统默认工具栏包括标准、属性、常用、绘图工具、标注工具、图幅操作、设置工具、编辑工具、视图管理、数控车工具。用户可以根据自己的习惯和需求定义工具栏。

3．状态栏

CAXA 数控车提供了多种显示当前状态的功能，它包括屏幕状态显示、操作信息提示、当前工具点设置及拾取状态显示等。

（1）当前点坐标显示区　位于屏幕底部状态栏的中部。当前点的坐标值随鼠标光标的移动作动态变化。

（2）操作信息提示区　位于屏幕底部状态栏的左侧，用于提示当前命令执行情况或提醒用户输入。

（3）当前工具点设置及拾取状态提示　位于状态栏的右侧，自动提示当前点的性质以及拾取方式。例如，点可能为屏幕点、切点、端点等，拾取方式为添加状态、移出状态等。

（4）点捕捉状态设置区　位于状态栏的最右侧，在此区域内设置点的捕捉状态，分别为自由、智能、导航和栅格。

（5）命令与数据输入区　位于状态栏左侧，用于由键盘输入命令或数据。

（6）命令提示区　位于命令数据输入区与操作信息提示区之间，显示目前执行的功能键盘输入命令的提示，便于用户快速掌握数控车的键盘命令。

4．绘图区

绘图区是用户进行绘图设计的工作区域，如图 1-10 所示的空白区域。它位于屏幕的中心，并占据了屏幕的大部分面积。广阔的绘图区为显示全图提供了清晰的空间。

在绘图区的中央设置了一个二维直角坐标系，该坐标系称为世界坐标系。它的坐标原点为（0.0000，0.0000）。

CAXA 数控车以当前用户坐标系的原点为基准，水平方向为 X 方向，并且向右为正，向左为负；垂直方向为 Y 方向，向上为正，向下为负。

在绘图区用鼠标拾取的点或由键盘输入的点，均以当前用户坐标系为基准。

1.2.2　文件管理

CAXA 数控车为用户提供了功能齐全的文件管理系统，其中包括文件的建立与存储、文件的打开与并入、绘图输出、数据接口和应用程序管理等。用户通过这些功能可以灵活、方便地对原有文件或屏幕上的绘图信息进行文件管理，有序的文件管理环境既方便了用户的使用，又提高了绘图效率，它是数控车系统中不可缺少的重要组成部分。

文件管理功能通过主菜单中的“文件”菜单来实现，单击该菜单项，系统弹出子菜单，如图 1-11 所示。

单击相应的菜单项，即可实现对文件的管理操作。下面将按照子菜单列出的菜单内容，向读者介绍各类文件的管理操作方法。



图 1-11　“文件”菜单

1．新建文件

创建基于模板的图形文件，具体步骤如下：

1）单击子菜单中的“新文件”菜单项，系统弹出“新建”对话框，对话框中列出了若干个模板文件，它们是国标规定的 A0-A4 的图幅、图框、标题栏模板以及一个名称为 EB.TPL 的空白模板文件。这里所说的模板，实际上就是相当于已经印好图框和标题栏的一张空白图纸。用户调用某个模板文件相当于调用一张空白图纸。模板的作用是减少用户的重复性操作。

2）选取所需模板，单击“在当前窗口新建”按钮，用户选取的模板文件被调出，并显示在屏幕绘图区，这样一个新文件就建立了。由于调用的是一个模板文件，在屏幕顶部显示的是一个无名文件。从这个操作及其结果可以看出，CAXA 数控车中建立的文件，是用选择一个模板文件的方法建立一个新文件，实际上是为用户调用一张有名称的绘图纸，这样大大方便了用户，减少了不必要的操作，提高了工作效率。如果选择模板后，单击“在新窗口中新建”将新打开一个数控车绘图窗口。

3）建立好新文件后，用户可以进行各种操作了。但是，用户必须记住，当前的所有操作结果都记录在内存中，只有在存盘以后，用户的绘图成果才会被永久地保存下来。

4）用户在画图以前，也可以不执行本操作，采用调用图幅、图框的方法或者以无名文件方式直接画图，最后在存储文件时给出文件名。

2．打开文件

打开一个 CAXA 数控车的图形文件或其他绘图文件的数据，具体步骤如下：

1）单击子菜单中的“打开文件”菜单项，系统弹出“打开文件”对话框。

2）对话框上部为 Windows 标准文件对话框，下部为图纸属性和图形的预览。

3）选取要打开的文件名，单击“确定”按钮，系统将打开一个图形文件。

3．存储文件

将当前绘制的图形以文件形式存储到磁盘上，具体步骤如下：

1）单击子菜单中的“存储文件”菜单项，如果当前没有文件名，系统将弹出一个存储文件对话框。

2）在对话框的“文件名”输入框内，输入一个文件名，单击“确定”按钮，系统即按所给文件名存盘。

3）如果当前文件名存在（状态区显示的文件名），则直接按当前文件名存盘。此时，不出现对话框，系统以当前文件名存盘。一般在第一次存盘以后，当再次选择“存储文件”菜单项或输入 save 命令时，就不会弹出对话框。经常将自己的绘图结果进行保存是一个好习惯。这样，可以避免因发生意外而使绘图结果丢失。

4）要对所存储的文件设置密码，单击“设置”按钮，按照提示重复设置两次密码就可以了。注意：设置密码的文件，在打开时要输入密码。

5）在“保存文件”对话框中，单击“文件类型”右边的箭头，可以显示出 CAXA 数控车所支持的数据文件类型，通过类型的选择可以保存不同类型的数据文件。

4．另存文件

将当前绘制的图形另取一个文件名存储到磁盘上。

5．并入文件

将用户输入的文件名所代表的文件并入到当前的文件中。如果有相同的层，则并入到相同的层中；否则全部并入当前层。具体步骤如下：

1）单击子菜单中的“并入文件”菜单项，系统弹出“并入文件”对话框。

2）选择要并入的文件名，单击“打开”按钮。

3）系统弹出立即菜单，其中立即菜单选项“比例”指并入图形放大（缩小）比例。

4）根据系统提示输入并入文件的定位点后，系统提示“ 请输入旋转角 ：”。

5）用户输入旋转角后，系统会调入用户选择的文件，并将其在指定点以给定的角度并入到当前的文件中。此时，两个文件的内容同时显示在屏幕上，而原有的文件保留不变，并入后的内容可以用一个新文件名存盘。


注意

将几个文件并入一个文件时最好使用同一个模板，模板中定好这张图纸的参数设置、系统配置，以及层、线型、颜色的定义和设置，以保证最后并入时，每张图纸的参数设置及层、线型、颜色的定义都是一致的。

6．部分存储

将图形的一部分存储为一个文件。具体步骤如下 ：

1）单击子菜单中的“ 部分存储 ”菜单项，系统提示“ 拾取元素 ”。

2）拾取要存储的元素，拾取后单击鼠标右键确认。然后系统提示“ 请给定图形基点 ”。

3）指定图形基点后，系统弹出一个部分存储对话框，输入文件名后，即将所选中的图形存入给定的文件名中。


注意

部分存储只存储了图形的实体数据而没有存储图形的属性数据（系统设置、系统配置及层、线型、颜色的定义和设置），而“ 存储文件 ”菜单则将图形的实体数据和属性数据都存储到文件中。

1.2.3　视图操作

为了便于绘图，使图形按照操作者期望的位置、比例、范围等条件进行显示，CAXA 数控车为用户提供了一些控制图形的显示命令。视图命令的作用只是改变了主观视觉效果，而不会引起图形产生客观的实际变化。图形的显示控制对绘图操作，尤其是绘制复杂视图和大型图样时具有重要作用，在图形绘制和编辑过程中要经常使用它们。

视图控制的各项命令安排在屏幕主菜单的“ 视图 ”菜单中，如图 1-12 所示。



图 1-12 “ 视图 ”菜单

1．重画

重画的功能是刷新当前屏幕所有图形。

经过一段时间的图形绘制和编辑，屏幕绘图区中难免留下一些擦除痕迹，或者在一些有用图形上产生部分残缺，这些由于编辑而产生的屏幕垃圾，虽然不影响图形的输出结果，但影响屏幕的美观。使用重画功能，可对屏幕进行刷新，清除屏幕垃圾，使屏幕变得整洁美观。

操作：单击“ 视图 ”子菜单中的“ 重画 ”菜单命令，或单击常用工具栏中的按钮。

2．显示窗口

显示窗口功能提示用户输入一个窗口的上角点和下角点，系统将两角点所包含的图形充满屏幕绘图区加以显示。

操作：在“ 视图 ”菜单中选择“ 显示窗口 ”菜单命令，或从常用工具箱中选择按钮。

3．显示全部

显示全部功能用于将当前绘制的所有图形全部显示在屏幕绘图区内。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 显示全部 ”菜单命令，或单击常用工具栏中按钮。

4．显示平移

显示平移功能提示用户输入一个新的显示中心点，系统将以该点为屏幕显示的中心，平移显示图形。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 显示平移 ”菜单命令，然后按提示要求在屏幕上指定一个显示中心点，单击鼠标左键。系统将该点作为新的屏幕显示中心将图形重新显示出来。本操作不改变缩放系数，只将图形作平行移动。

用户还可以使用上、下、左、右方向键使屏幕中心进行平移。

5．显示复原

在绘图过程中，用户根据需要对视图进行各种显示变换，为了返回到初始状态，观看图形在标准图纸上的状态，显示复原可以恢复初始显示状态，即标准图纸状态。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 显示复原 ”菜单命令，或在键盘中按 Home 键。

6．显示放大/缩小

（1）显示放大　按固定比例将绘制的图形进行放大显示。

操作：单击“ 显示放大 ”菜单命令，或在键盘中按 PageUp 键，系统将所有图形放大 1.25 倍显示。

（2）显示缩小　按固定比例将绘制的图形进行缩小显示。

操作：单击“ 显示缩小 ”菜单命令，或在键盘中按 PageDown 键，系统将所有图形缩小到它的 4/5 显示。

7．显示比例

显示放大和显示缩小是按固定比例进行缩放，而显示比例功能有更强的灵活性。可按用户输入的比例系数，将图形缩放后重新显示。

操作：按提示要求，由键盘输入一个（0，1000）范围内的数值，该数值就是图形放缩的比例系数，并按下回车键。此时，一个由输入数值决定放大（或缩小）比例的图形被显示出来。

8．显示回溯

显示回溯功能用于取消当前显示，返回到显示变换前的状态。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 显示回溯 ”菜单命令，或在常用工具栏中单击按钮。

9．显示向后

显示向后功能用于返回到下一次显示的状态，同显示回溯配套使用。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 显示向后 ”菜单命令。

10．重新生成

重新生成功能用于将显示失真的图形进行重新生成的操作，可以将显示失真的图形按当前窗口的显示状态进行重新生成。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 重新生成 ”菜单命令。

11．全部重新生成

全部重新生成功能用于将绘图区内显示失真的图形全部重新生成。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 全部重新生成 ”菜单命令。

12．动态平移

动态平移功能用于拖动鼠标平行移动图形。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 动态平移 ”菜单命令，或者单击常用工具栏中按钮，即可激活该功能，光标变成动态平移图标，按住鼠标左键，移动鼠标就能平行移动图形。单击鼠标右键可以结束动态平移操作。

另外，按住 Ctrl 键的同时按住鼠标左键拖动鼠标也可以实现动态平移，而且这种方法更加快捷、方便。

13．动态缩放

动态缩放功能用于拖动鼠标放大或缩小显示图形。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 动态缩放 ”菜单命令，或者单击常用工具栏中按钮，即可激活该功能，光标变成动态缩放图标，按住鼠标左键，鼠标向上移动为放大，向下移动为缩小。单击鼠标右键可以结束动态平移操作。

另外，按住 Ctrl 键的同时按住鼠标右键拖动鼠标也可以实现动态缩放，而且这种方法更加快捷、方便。鼠标的中键和滚轮也可控制图形的显示，中键为平移，滚轮为缩放。

14．全屏显示

全屏显示功能用于全屏幕显示图形。

操作：单击“ 视图 ”菜单中的“ 全屏显示 ”菜单命令，按 Esc 键可以退出全屏显示状态。

1.2.4　系统配置

系统配置功能是对系统常用参数和系统颜色进行设置，以便在每次进入系统时有一个缺省的设置。用户可以直接使用适合本单位绘图规则的模板为缺省模板。

操作：单击“ 工具 ”菜单中的“ 选项 ”菜单命令，弹出“ 系统配置 ”对话框。对话框有“ 参数设置 ”“ 颜色设置 ”“ 文字设置 ”和“ DWG 接口设置 ”四个选项卡，如图 1-13 所示。

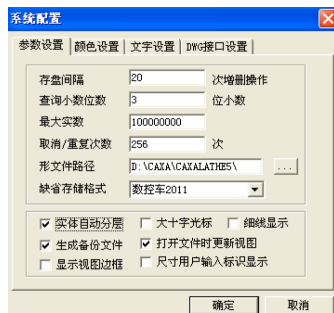


图 1-13　系统配置窗口

1．参数设置

在“ 参数设置 ”选项卡对话框中，可以设置系统的存盘

间隔、查询结果小数位数的长度以及系统的最大实数。

存盘间隔：存盘间隔以增删操作为单位，当系统记录的增删操作次数达到所设置的值时，系统将自动把当前的图形存储在 temp 目录下的 tmp0000.exb 文件中。此项功能可以避免系统在非正常退出的情况下丢失全部图形信息。有效范围为 0～900 000 000。

查询小数位数：指在进行查询操作时输出结果的小数位数，修改此值可以适应不同的查询精度的需要。有效范围为 0～15。

最大实数：系统立即菜单中所允许输入的最大实数。

取消/重复次数：设置系统操作的最大“取消/重复”数。

形文件路径：在读取 AutoCAD 文件时，设置提示打开形文件的缺省路径。

缺省存储格式：可以设置数控车保存时缺省的存储格式。

实体自动分层：可以自动把中心线、剖面线、尺寸标注等放在各自对应的层。

生成备份文件：在每次修改后自动生成.bak 文件。

大十字光标：选择 EB97/98/2000 的大十字光标。

细线显示：选中该复选框，读入的视图用细实线显示。

显示视图边框：选中该复选框，读入的每个视图都有一个绿色矩形边框。

打开文件时更新视图：选中该复选框，打开视图文件，系统自动根据三维文件的变化对各个视图进行更新。

尺寸用户输入标识显示：标注尺寸时，如果不用系统测量的实际尺寸，而是强行输入尺寸值，用这个选项可以标识出来。

2．颜色设置

单击“颜色设置”选项卡，在对话框中显示出当前坐标系、非当前坐标系、当前绘图区、拾取加亮以及光标的颜色。用户可以在对话框中修改各项颜色的设置，如图 1-14 所示。

在对话框中可以执行以下操作：设置常用颜色、设置更多颜色和恢复缺省颜色。

设置常用颜色：用鼠标左键单击颜色按钮右侧的下拉箭头，弹出图 1-15 所示的常用颜色列表，从中选择所需的颜色。

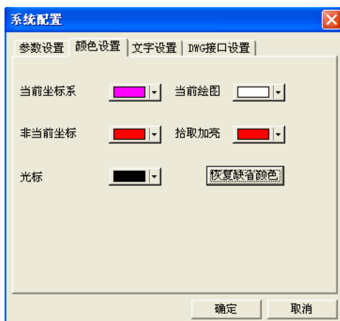


图 1-14　颜色设置 1



图 1-15　颜色设置 2

设置更多颜色：用鼠标直接单击颜色按钮，或者在弹出的常用颜色列表中单击“更多颜色”按钮，可以弹出 Windows 标准颜色设置对话框，在对话框中可以选择更多的颜色，另外还可以自己配置自定义颜色。

恢复缺省颜色：在对话框中单击“恢复缺省颜色”按钮，可以恢复到系统默认的颜色设置。

以上各项设置完成后，单击“确定”按钮。

3．文字设置

单击“文字设置”选项卡，在对话框中显示出标题栏文字的字型、中文缺省字体、西文缺省字体和文字显示最小单位。用户可以在对话框中修改各种字体的设置，如图 1-16 所示。

缺省字体说明：当打开的文件中包含文字使用字体为当前系统中未安装的字体时，系统将使用缺省的字体。

4．DWG 接口设置

DWG 接口设置是设置读入和输出 DWG 文件的参数。单击“DWG 接口设置”选项卡，如图 1-17 所示。

CRC 检查：读入 DWG 文件时是否进行 CRC 检查。

默认线宽：采用 DWG 文件中默认的线宽。

线宽匹配方式：可以使用按实体线宽和按颜色匹配线宽两种方式。

无宽度读入多义线：读入多义线的宽度为零。

DWG 输出设置：输出 DWG 是否打散实体。可以打散的实体包括尺寸、文字和块。

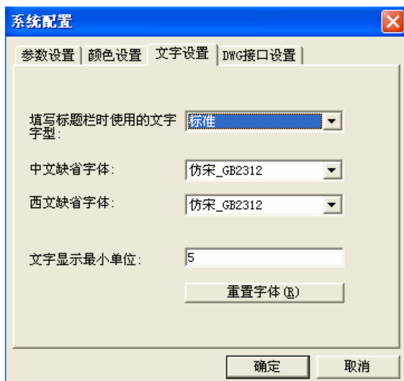


图 1-16　文字设置

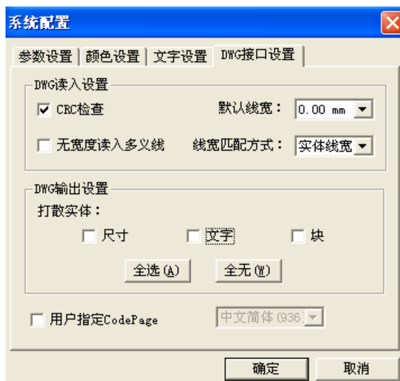


图 1-17　DWG 接口设置

1.2.5　基本操作方法

1．命令的执行

CAXA 数控车在执行命令的操作方法上，为用户设置了鼠标选择和键盘输入两种并行的输入方式，两种输入方式的并行存在，为用户提供了操作上的方便。

鼠标选择方式主要适合初学者或已经习惯使用鼠标的用户。所谓鼠标选择就是根据屏幕显示出来的状态或提示，用鼠标光标去单击所需的菜单或者工具栏按钮。菜单或者工具栏按钮的名称与其功能相一致。选中了菜单或者工具栏按钮就意味着执行了与其对应的键盘命令。由于菜单或者工具栏选择直观、方便，减少了背记命令的时间。因此，很适合初学者采用。

键盘输入方式是由键盘直接键入命令或数据。它适合于习惯键盘操作的用户。键盘输入

要求操作者熟悉了解软件的各条命令以及它们相应的功能，否则将给输入带来困难。实践证明，键盘输入方式比鼠标选择输入效率更高。希望初学者能尽快掌握和熟悉它。

当操作提示为“命令”时，使用鼠标右键和键盘回车键可以重复执行上一条命令，命令结束后自动退出该命令。

2．点的输入

点是最基本的图形元素，点的输入是各种绘图操作的基础。因此，各种绘图软件都非常重视点的输入方式的设计，力求简单、迅速和准确。

CAXA 数控车也不例外，除了提供常用的键盘输入和鼠标点取输入方式外，还设置了若干种捕捉方式。例如：智能点的捕捉、工具点的捕捉等。

（1）键盘输入点的坐标　点在屏幕上的坐标有绝对坐标和相对坐标两种。它们在输入方法上是完全不同的，初学者必须正确地掌握它们。

绝对坐标的输入方法很简单，可通过键盘直接输入 X、Y 坐标，但 X、Y 坐标值之间必须用逗号隔开。例如：30，40 等。

相对坐标是指相对系统当前点的坐标，与坐标系原点无关。输入时，为了区分不同性质的坐标，CAXA 数控车对相对坐标的输入作了如下规定：输入相对坐标时必须在第一个数值前面加上一个符号@，以表示相对。例如：输入@60，84，表示相对参考点来说，输入了一个 X 坐标为 60，Y 坐标为 84 的点。另外，相对坐标也可以用极坐标的方式表示。例如：@60<84 表示输入了一个相对当前点的极坐标，相对当前点的极坐标半径为 60，半径与 X 轴的逆时针夹角为 84°。

参考点的解释：参考点是系统自动设定的相对坐标的参考基准。它通常是用户最后一次操作点的位置。在当前命令的交互过程中，用户可以按 F4 键，专门确定希望的参考点。

（2）鼠标输入点的坐标　鼠标输入点的坐标就是通过移动十字光标选择需要输入点的位置。选中后单击鼠标左键，该点的坐标就被输入。鼠标输入的都是绝对坐标。用鼠标输入点时，应一边移动十字光标，一边观察屏幕底部的坐标显示数字的变化，以便尽快较准确地确定待输入点的位置。

鼠标输入方式与工具点捕捉配合使用可以准确地定位特征点。用功能键 F6 可以进行捕捉方式的切换。

（3）工具点的捕捉　工具点就是在作图过程中具有几何特征的点，如圆心、切点、端点等。

所谓工具点捕捉就是使用鼠标捕捉工具点菜单中的某个特征点。用户进入作图命令，需要输入特征点时，只要按下空格键，即在屏幕上弹出图 1-18 所示工具点菜单。

工具点的默认状态为屏幕点，用户在作图时拾取了其他的点状态，即在提示区右下角工具点状态栏中显示出当前工具点捕捉的状态。但这种点的捕捉一次有效，用完后立即自动回到“屏幕点”状态。

工具点捕捉状态的改变，也可以不用工具点菜单的弹出与拾取，用户在输入点状态的提示下，可以直接按相应的键盘字符（如“E”代表端点、“C”代表圆心）进行切换。

在使用工具点捕捉时，捕捉框的大小可用主菜单“工具”菜单命令下的“捕捉点设置”，在弹出对话框中预先设定，如图 1-19 所示。

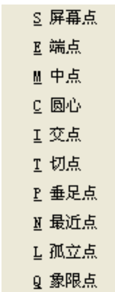


图 1-18　工具点菜单

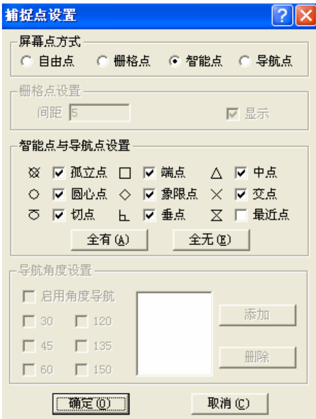


图 1-19　“ 捕捉点设置 ” 对话框

当使用工具点捕捉时，其他设定的捕捉方式暂时被取消，这就是工具点捕捉优先原则。

3．选择（拾取）实体

绘图时所用的直线、圆弧、块或图符等，在交互软件中称为实体。每个实体都有其相对应的绘图命令。CAXA 数控车中的实体有下面一些类型：直线、圆或圆弧、椭圆、块、剖面线、尺寸等。

拾取实体，其目的就是根据作图的需要在已经画出的图形中，选取作图所需的某个或某几个实体。拾取实体的操作是经常要用到的操作，应当熟练掌握。已选中的实体集合，称为选择集。当交互操作处于拾取状态（工具菜单提示出现“ 添加状态 ”或“ 移出状态 ”）时，用户可通过操作拾取工具菜单来改变拾取的特征。

（1）拾取所有　即拾取画面上所有的实体。但系统规定，在所有拾取的实体中不应含有拾取设置中过滤掉的实体或关闭图层中的实体。

（2）拾取添加　指定系统为拾取添加状态，此后拾取到的实体，将放到选择集中。拾取操作有两种状态：添加状态和移出状态。

（3）取消所有　即取消所有被拾取到的实体。

（4）拾取取消　即从拾取到的实体中取消某些实体。

（5）取消尾项　执行本项操作可以取消最后拾取到的实体。

（6）重复拾取　拾取上一次选择的实体。

上述几种拾取实体的操作，都是通过鼠标来完成的。也就是说，通过移动鼠标的十字光标，将其交叉点或靶区方框对准待选择的某个实体，然后单击鼠标左键，即可完成拾取操作。被拾取的实体呈拾取加亮颜色的显示状态（默认为红色），以示与其他实体的区别。在后面讲述具体操作时，出现的拾取实体，其含义和结果是等效的。

4．右键直接操作功能

本系统提供面向对象的功能，即可以先拾取操作对象（实体），后选择命令，进行相应的操作。该功能主要适用于一些常用的命令操作，提高交互速度，尽量减少作图中的菜单操作，使界面更为友好。

在无命令执行状态下，用鼠标左键或窗口拾取实体，被选中的实体将变成拾取加亮颜色

（默认为红色），此时可单击任一被选中的元素，然后按下鼠标左键移动鼠标来随意拖动该元素。对于圆、直线等基本曲线还可以单击其控制点（屏幕上的紫色亮点）来进行拉伸操作。进行这些操作后，图形元素依然是被选中的，以拾取加亮颜色显示。系统认为被选中的实体为操作的对象，此时单击鼠标右键，则弹出相应的命令菜单，单击菜单项，将对选中的实体进行操作，如图 1-20 所示。

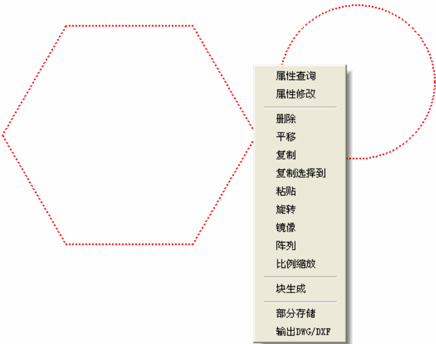


图 1-20　实体操作

5．其他常用的操作

本系统具有计算功能，它不仅能进行加、减、乘、除、平方、开方和三角函数等常用的数值计算，还能完成复杂表达式的计算。

例如：56/95+48/21；

sqrt（77）；

sin（70*2.123）等。

6．立即菜单的操作

用户输入某些命令后，在绘图区的底部会弹出一行立即菜单。例如，输入一条画直线的命令（从键盘输入“ line ”或用鼠标在绘图工具栏单击按钮），系统会立即弹出一行立即菜单及相应的操作提示，如图 1-21 所示。

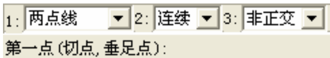


图 1-21　立即菜单及相应的操作提示

此菜单表示当前待画的直线为两点线方式，非正交的连续直线。在显示立即菜单的同时，在其下面显示如下提示：“ 第一点（切点，垂足点）：”。括号中的“ 切点，垂足点 ”表示此时可输入切点或垂足点。需要说明的是，在输入点时，如果没有提示（切点，垂足点），则表示不能输入工具点中的切点或垂足点。按要求输入第一点后，系统会提示“ 第二点（切点，垂足点）：”。输入第二点后，系统在屏幕上从第一点到第二点画出一条直线。

立即菜单的主要作用是可以选择某一命令的不同功能。可以通过鼠标单击立即菜单中的下拉箭头，或用快捷键“ ALT+数字键 ”进行激活，如果下拉菜单中有很多可选项，使用快捷键“ ALT+连续数字键 ”可进行选项的循环。如上例，如果想在两点间画一条正交直线，那么可以用鼠标单击立即菜单中的“ 3：非正交 ”，或用快捷键 ALT+3 激活它，则该菜单变为“ 3：正交 ”。如果要使用“ 平行线 ”命令，那么可以用鼠标单击立即菜单中的“ 1　平行线 ”，或用快捷键“ ALT+1 ”激活它。

第 2 章　CAXA 数控车 CAD 功能

CAXA 数控车 CAD 功能主要包括零件图形的构建和编辑，下面分别介绍。

2.1　零件图形的构建

2.1.1　基本图形的构建

1．直线的绘制

为了适应各种情况下直线的绘制，CAXA 数控车提供了两点线、角度线、角等分线、切线/法线和等分线等方式。

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“直线”命令。在屏幕左下角出现画直线的选择项，如图 2-1 所示。



图 2-1　选择画直线

（1）两点线　通过定义两个点生成一条直线，在非正交情况下，第一点和第二点均可为三种类型的点：切点、垂足点、其他点（工具点菜单上列出的点）。根据拾取点的类型可生成切线、垂直线、公垂线、垂直切线以及任意的两点线。在正交情况下，生成的直线平行于当前坐标系的坐标轴，即由第一点定出首访点，第二点定出与坐标轴平行或垂直的直线线段。

（2）角度线　生成与坐标轴或一条直线成一定夹角的直线。用户可选择夹角类型，如果选择“直线夹角”，则表示画一条与已知直线段夹角为指定度数的直线段，此时操作提示变为“拾取直线”，待拾取一条已知直线段后，再输入第一点和第二点即可。

（3）角等分线　生成两直线的角等分线。操作提示区会出现“份数”和“长度”的提示。

（4）切线/法线　生成与直线、圆弧、样条曲线在给定位置相切或垂直的直线。

（5）等分线　生成平行或垂直于当前平面坐标轴的给定长度的直线。

2．平行线的绘制

平行线绘制可以生成与已知直线平行的直线。

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“平行线”命令。单击立即菜单“1：”，

可以选择“偏移”方式或“两点方式”，如图 2-2 所示。

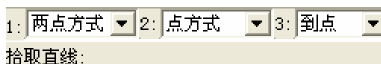


图 2-2　选择画平行线

3．圆弧的绘制

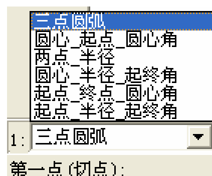


图 2-3　选择画圆弧

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“圆弧”命令，在屏幕左下角出现画圆弧的选择项，如图 2-3 所示。在绘制的过程中，均可以用用鼠标右键中止相应的命令。

（1）三点圆弧　过三点画圆弧，其中第一点为起点，第三点为终点，第二点决定圆弧的位置和方向。绘制时按提示要求指定第一点和第二点，与此同时，一条过上述两点及过光标所在位置的三点圆弧已经显示在画面上，移动光标，正确选择第三点位置，并按下鼠标左键，一条圆弧线即被绘制出来。在选择这三个点时，可灵活运用工具点、智能点、导航点、栅格点等功能。还可以直接用键盘输入点坐标。

（2）圆心_起点_圆心角　该方式为已知圆心、起点及圆心角或终点画圆弧。可按提示要求输入圆心和圆弧起点，提示又变为“圆心角或终点（切点）”，输入一个圆心角数值或输入终点，则画出圆弧，也可以用鼠标拖动进行选取。

（3）两点_半径　该方式为已知两点及圆弧半径画圆弧。按提示要求输入第一点和第二点后，系统提示变为“第三点或半径”。此时如果输入一个半径值，则系统首先根据十字光标当前的位置判断绘制圆弧的方向，判定规则是：十字光标当前位置处在第一、二两点所在直线的哪一侧，则圆弧就绘制在哪一侧。

（4）圆心_半径_起终角　该方式为圆心、半径和起终角画圆弧。单击立即菜单“2：半径”，提示变为“输入实数”。其中编辑框内数值为默认值，可通过键盘输入半径值。单击立即菜单中的“3：”或“4：”，按系统提示输入起始角或终止角的数值，其范围为（–360，360）。一旦输入新数值，立即菜单中相应的内容就会发生变化。这里注意起始角和终止角均是从 X 正半轴开始，逆时针旋转为正，顺时针旋转为负。

（5）起点_终点_圆心角　该方式为已知起点、终点、圆心角画圆弧。用户先单击立即菜单“2：圆心角”，根据系统提示输入圆心角的数值，范围是（–360，360），其中负角表示从起点到终点按顺时针方向作圆弧，而正角是从起点到终点逆时针作圆弧，数值输入后按回车键确认。然后按系统提示输入起点和终点。

（6）起点_半径_起终角　该方式为已知起点、半径、起终角画圆弧，单击立即菜单“2：”，可以按照提示输入半径值。单击立即菜单中的“3：”或“4：”，按照系统提示，根据作图的需要分别输入起始角或终止角的数值。输入完毕后，立即菜单中的条件也将发生变化。立即菜单表明了待画圆弧的条件。按提示要求输入一起点、一段半径，起始角、终止角均为用户设定值的圆弧被绘制出来。起点可由鼠标或键盘输入。

4．圆的绘制

操作：点取图标⊙，或单击“绘图”菜单中的“圆”命令。在屏幕左下角出现画圆的选择项，如图 2-4 所示。

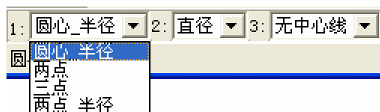


图 2-4　选择画圆

（1）圆心_半径　该方式为已知圆心和半径画圆。按提示要求输入圆心，提示变为“输入半径或圆上一点”。此时，可以直接由键盘输入所需半径数值，并按回车键；也可以移动光标，确定圆上的一点，并单击鼠标左键。若用户单击立即菜单“2：”，则显示内容由“半径”变为“直径”，输入圆心以后，系统提示变为“输入直径或圆上一点”，由键盘输入的数值为圆的直径。

（2）两点　该方式为通过两个已知点画圆，这两个已知点之间的距离为直径。按提示要求输入第一点和第二点后，一个完整的圆被绘制出来。

（3）三点　该方式为过已知三点画圆。按提示要求输入第一点、第二点和第三点后，一个完整的圆被绘制出来。在输入点时可充分利用智能点、栅格点、导航点和工具点。

（4）两点_半径　该方式为过两个已知点和给定半径画圆。按提示要求输入第一点、第二点后，用鼠标或键盘输入第三点或由键盘输入一个半径值，一个完整的圆就绘制出来了。

5．矩形的绘制

操作：点取图标▭，或单击“绘图”菜单中的“矩形”命令。在屏幕左下角出现画矩形的选择项，包含两种画法，如图 2-5 所示。

选择图 2-5a“两角点”选项，则可按提示要求，用鼠标指定第一角点和第二角点。在指定第二角点的过程中，一个不断变化的矩形已经出现，待选定好位置，按下其左键，矩形就绘制出来。也可直接从键盘输入两角点的绝对坐标或相对坐标。

选择图 2-5b“长度和宽度”选项，表明用长度和宽度为条件绘制一个以中心定位，角度为 0°，长度为 200、宽度为 100 的矩形。按提示要求指定一个定位点，则满足上述要求的矩形被绘制出来。在操作过程中，用户会发现，在定位点尚未确定之前，一个矩形已经出现，且随光标的移动而移动，一旦定位点指定，即以该点为中心，绘制出长度为 200、宽度为 100 的矩形。



a）矩形 1



b）矩形 2

图 2-5　选择画矩形

6．中心线

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“中心线”命令。在屏幕左下角出现画中心线的选择项，如图 2-6 所示。

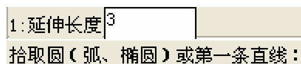


图 2-6 选择画中心线

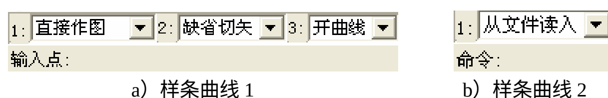
单击立即菜单中的“1：延伸长度”（延伸长度是指超过轮廓线的长度），操作提示变为：“输入实数”，编辑框中的数字表示当前延伸长度的默认值。可通过键盘重新输入延伸长度。按提示要求拾取第一条曲线。若拾取的是一个圆或一段圆弧，则拾取选中后，在被拾取的圆或圆弧上画出一对互相垂直且超出其轮廓线一定长度的中心线。如果用鼠标拾取的不是圆或圆弧，而是一条直线，系统提示：“拾取与第一条直线平行的另一条直线”，当拾取完以后，在被拾取的两条直线之间画出一条中心线。

7．样条曲线

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“样条曲线”命令。在屏幕左下角出现画样条曲线的选择项，包含两种方式，如图 2-7 所示。

图 2-7a 是选取“直接作图”，按系统提示，用鼠标或键盘输入一系列控制点，一条光滑的样条曲线自动画出。

图 2-7b 是在立即菜单中选取“从文件读入”，屏幕弹出“打开样条数据文件”对话框，从中可选择数据文件，单击“确认”后，系统可根据文件中的数据绘制出样条曲线。



a）样条曲线 1　　b）样条曲线 2

图 2-7 选择画样条曲线

8．等距线

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“等距线”命令。在屏幕左下角出现画等距线的选择项，如图 2-8 所示。



图 2-8 选择画等距线

用户可以在弹出的立即菜单中选择“单个拾取”或“链拾取”。若是单个拾取，则只选中一个元素；若是链拾取，则与该元素首尾相连的元素也应一起选中。

在立即菜单“2：”中可选择“指定距离”或者“过点方式”。“指定距离”方式是指选择箭头方向确定等距方向，以给定的距离来作出给定曲线的等距线；“过点方式”是指通过某个给定的点生成给定曲线的等距线。

在立即菜单“3：”中可选取“单向”或“双向”选项。“单向”是指只在选择直线的一侧绘制，而“双向”是指在直线两侧均绘制等距线。

在立即菜单“4：”中可选择“实心”或“空心”。“实心”是指在原曲线与等距线之间进行填充，而“空心”方式只画等距线，不进行填充。

如果是“指定距离”方式，则单击立即菜单“5：距离”，可按照提示输入等距线与原直

线的距离，编辑框中的数值为系统默认值。

单击立即菜单“ 6：份数 ”，按系统提示输入份数。

2.1.2　高级图形的构建

高级曲线是指由基本元素组成的一些特定的图形或特定的曲线。这些曲线都能完成绘图设计的某种特殊要求，下面介绍几种常见的高级曲线绘制方法。

1．正多边形的绘制

操作：点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 正多边形 ”命令。在屏幕左下角出现画正多边形的选择项，包含两种方式，如图 2-9 所示。

图 2-9a 是选择“ 中心定位 ”方式，如果单击立即菜单“ 2： ”，可选择“ 给定半径 ”方式或“ 给定边长 ”方式。若选“ 给定半径 ”方式，则可根据提示输入正多边形的内切（或外接）圆半径；若选“ 给定边长 ”方式，则输入每一边的长度。

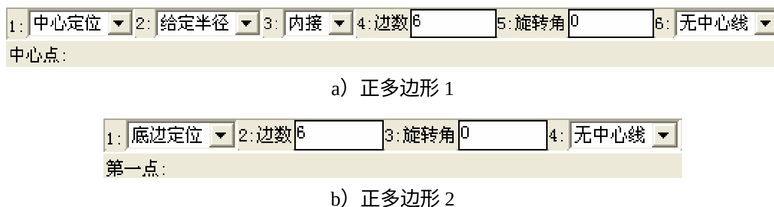
单击立即菜单中的“ 3： ”，则可选择“ 内接“ 或“ 外切 ”方式。表示所画的正多边形为某个圆的内接或外切正多边形。

单击立即菜单中的“ 4：边数 ”，则可按照操作提示重新输入待画正多边形的边数。边数的范围是（3，36）之间的整数。

单击立即菜单中的“ 5：旋转角 ”，可以根据提示输入一个新的角度值，以确定正多边形的旋转角度。

立即菜单项中的内容全部设定完以后，可按提示要求输入一个中心点，提示变为“ 圆上一点或内接（外切）圆半径 ”。如果输入一个半径值或输入圆上一个点，则由立即菜单所决定的内接正六边形被绘制出来。点与半径的输入既可用鼠标也可用键盘来完成。

单击立即菜单“ 1： ”，选择图 2-9b 所示“ 底边定位 ”，此命令的含义为画一个以底边为定位基准的正多边形，其边长和旋转角都可以用上面介绍的方法进行操作。按提示要求输入第一点，则提示会要求输入“ 第二点或边长 ”。根据这个要求如果输入了第二点或边长，就等于决定了正多边形的大小。当输入第二点或边长后，就会立即画出一个以第一点和第二点为边长的正六边形，且旋转角为用户设定的角度。



a）正多边形 1

b）正多边形 2

图 2-9　选择画正多边形

2．椭圆的绘制

操作：点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 椭圆 ”命令。在屏幕左下角出现画椭圆的选择项，如图 2-10 所示。

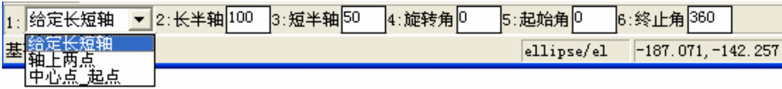


图 2-10　选择画椭圆

屏幕下方弹出的立即菜单的含义为，以定位点为中心画一个旋转角为 0°，长半轴为 100、短半轴为 50 的椭圆，此时，用鼠标或键盘输入一个定位点。一旦位置确定，椭圆即被绘制出来。用户会发现，在移动鼠标确定定位点时，一个长半轴为 100、短半轴为 50 的椭圆随光标的移动而移动。

如果单击立即菜单中的“2：长半轴”或“3：短半轴”，按系统提示可重新定义待画椭圆的长、短轴的半径值。

如果单击立即菜单中的“4：旋转角”，可输入旋转角度，以确定椭圆的方向。

如果单击立即菜单中的“5：起始角”和“6：终止角”，可输入椭圆的起始角和终止角。当起始角为 0°、终止角为 360°时，所画的为整个椭圆，当改变起、终角时，所画的为一段从起始角开始，到终止角结束的椭圆弧。

如果在立即菜单“1：”中选择“轴上两点”，则系统提示输入一个轴的两端点，然后输入另一个轴的长度。也可用鼠标拖动来决定椭圆的形状。

如果在立即菜单“1：”中选择“中心点_起点”方式，则应输入椭圆的中心点和一个轴的端点（即起点），然后输入另一个轴的长度。也可用鼠标拖动来决定椭圆的形状。

3．公式曲线

公式曲线即是数学表达式的曲线图形，也就是根据数学公式（或参数表达式）绘制出相应的数学曲线，给出的公式既可以是直角坐标形式的，也可以是极坐标形式的。公式曲线为用户提供一种更方便、更精确的作图手段，以适应某些精确型腔、轨迹线形的作图设计。只要交互输入数学公式，给定参数，计算机便会自动绘制出该公式描述的曲线。

操作：点取图标，或单击“绘图”菜单中的“公式曲线”命令。在屏幕左下角出现公式曲线选择项，如图 2-11 所示。

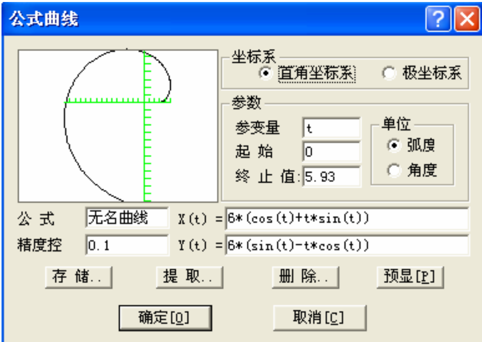


图 2-11 “公式曲线”对话框

公式曲线需要设置给定的参数：变量名、起终值（变量的起终值，即给定变量范围），并选择变量的单位。

在编辑框中输入公式名、公式及精度，然后单击“预显”按钮，在左上角的预览框中可

以看到设定的曲线。

对话框中还有存储、提取、删除这三个按钮，存储一项是针对当前曲线而言，保存当前曲线；提取和删除都是对已存在的曲线进行操作，用左键单击这两项中的任何一个都会列出所有已存在公式曲线库的曲线，以供用户选取。

设定完曲线后，单击“确定”按钮，按照系统提示输入定位点以后，一条公式曲线就绘制出来了。

2.2　零件图形的编辑及几何变换

2.2.1　零件图形的编辑

1．曲线裁剪

CAXA 数控车允许对当前的一系列图形元素进行裁剪操作。裁剪操作分为快速裁剪、拾取边界和批量裁剪三种方式。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“裁剪”命令。在屏幕左下角出现曲线裁剪的选择项，如图 2-12 所示。

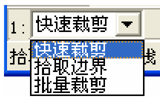


图 2-12　“裁剪”选项

（1）快速裁剪　系统默认的裁剪方式是快速裁剪。快速裁剪时，允许在各交叉曲线中进行任意裁剪操作。其操作方法是直接用光标拾取要裁剪的线段，系统根据与该线段相交的曲线自动确定出裁剪边界，待按下鼠标左键后，将被拾取的线段裁剪掉。

快速裁剪在相交较简单的边界情况下可发挥巨大的优势，它具有很强的灵活性，在实践过程中熟练掌握将大大提高工作效率。

（2）拾取边界　选择“拾取边界”，可按提示要求用鼠标拾取一条或多条曲线作为剪刀线，然后按下鼠标右键，以示确认。此时，操作提示变为“拾取要裁剪的曲线”。用鼠标拾取要裁剪的曲线，系统将根据选定的边界作出反应，裁剪掉前面拾取的曲线段至边界部分，保留边界另一侧的部分。

拾取边界操作方式可以在选定边界的情况下对一系列的曲线进行精确的裁剪。此外，拾取边界裁剪与快速裁剪相比，省去了计算边界的时间，因此执行速度比较快，这一点在边界复杂的情况下更加明显。

（3）批量裁剪　批量裁剪是采用拾取剪刀链，可以是一条曲线，也可以是首尾相连的多条曲线。用窗口拾取要裁剪的曲线，单击右键确认，然后选择要裁剪的方向，裁剪完成。

2．曲线过渡

CAXA 数控车的过渡包括圆角、倒角和尖角的过渡操作。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“过渡”命令。在屏幕左下角出现曲线过渡的选择项，如图 2-13 所示。

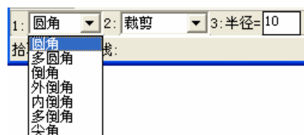


图 2-13　过渡的选择项

（1）圆角过渡　用于在两曲线之间进行给定半径的圆弧光滑过渡。圆弧在两曲线的哪个侧边生成取决于两曲线上的拾取位置。可利用立即菜单控制是否对两条曲线进行裁剪，此处裁剪是用生成的圆弧对曲线进行裁剪。系统约定只生成劣弧（圆心角小于 180°的圆弧）。

（2）尖角过渡　用于在给定的两曲线之间进行过渡，过渡后在两曲线的交点处呈尖角。尖角过渡后，一条曲线被另一条曲线裁剪。

（3）倒角过渡　用于在给定的两直线之间进行过渡，过渡后在两直线之间倒一条直线。倒角过渡后，两直线分别被倒角线裁剪。

3．打断

打断是将一条指定曲线在指定点处打断成两条曲线，以便于其他操作。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“打断”命令。在屏幕左下角出现曲线打断的提示。

按提示要求用鼠标拾取一条待打断的曲线。拾取后，该曲线变成红色。这时，提示改变为“选取打断点”。根据当前作图需要，移动鼠标仔细地选取打断点，选中后，单击鼠标左键。打断点也可用键盘输入。曲线被打断后，在屏幕上所显示的与打断前并没有什么两样。但实际上，原来的曲线已经变成两条互不相干的曲线，即各自成为了一个独立的实体。

4．拉伸

CAXA 数控车提供了单条曲线和曲线组的拉伸功能。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“拉伸”命令。在屏幕左下角出现曲线拉伸的提示。

用鼠标在立即菜单“1：”中选择“单个拾取”方式。按提示要求，用鼠标拾取所要拉伸的直线或圆弧的一端，单击鼠标左键后，该线段消失。当再次移动鼠标时，一条被拉伸的线段由光标拖动着。当拖动至指定位置，单击鼠标左键后，一条被拉伸了的线段显示出来。当然也可以将线段缩短，其操作与拉伸完全相同。

用鼠标在立即菜单“1：”中选择“窗口拾取”方式。按提示要求，用鼠标指定待拉伸曲线组窗口中的第一角点。提示变为“另一角点”。再拖动鼠标选择另一角点，则一个窗口形成。注意这里窗口的拾取必须从右向左拾取，即第二角点的位置必须位于第一角点的左侧，这一点至关重要。如果窗口不是从右向左选取，则不能实现曲线组的全部拾取。拾取完成后，用鼠标在立即菜单“2：”中选择给定偏移，提示又变为“X、Y 方向偏移量或位置点”。此时，再移动鼠标，或从键盘输入一个位置点，窗口内的曲线组被拉伸。这里注意，“X、Y 方向偏移量”是指相对基准点的偏移量，这个基准点是由系统自动给定的。一般来说，直线的基准点在中点处，圆、圆弧、矩形的基准点在中心，而组合实体、样条曲线的基准点在该实体的包容矩形的中心处。

2.2.2　零件图形的几何变换

1．平移

平移能对拾取到的实体进行移动。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“平移”命令。在屏幕左下角出现曲线平移的选择项，如图 2-14 所示。

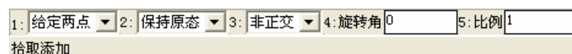


图 2-14　平移的选择项

（1）给定两点　给定两点是指通过两点的定位方式完成图形元素移动。

（2）给定偏移　用鼠标在立即菜单“1：”切换为“给定偏移”方式。该方式是将实体移动到一个指定位置上，可根据需要在立即菜单“2：”中选择“保持原态”和“平移为块”。

（3）非正交　非正交是限定“平移/复制”时的移动形式，用鼠标单击该项，则该项内容变为“正交”。

（4）旋转角度　图形在进行复制或平移时，允许指定实体的旋转角度。可由键盘输入新值。

（5）比例　进行平移操作之前，允许指定被平移图形的缩放系数。

2．旋转

旋转能对拾取到的实体进行旋转或旋转复制。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“旋转”命令。在屏幕左下角出现曲线旋转的选择项，如图 2-15 所示。

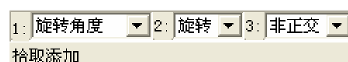


图 2-15　旋转的选择项

按系统提示拾取要旋转的实体，可单个拾取，也可用窗口拾取，拾取到的实体变为红色，拾取完成后单击鼠标右键加以确认。这时操作提示变为“基点”，用鼠标指定一个旋转基点，操作提示变为“旋转角”。此时，可以由键盘输入旋转角度，也可以用鼠标移动来确定旋转角。由鼠标确定旋转角时，拾取的实体随光标的移动而旋转。当确定了旋转位置之后，单击左键，旋转操作结束。

如果用鼠标选择立即菜单中的“3：旋转”，则该项内容变为“3．复制”。按这个菜单内容能够进行复制操作。复制操作的方法和操作过程与旋转操作完全相同，只是复制后原图不消失。

3．镜像

镜像能对拾取到的实体以某一条直线为对称轴，进行对称镜像或对称复制。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“镜像”命令。在屏幕左下角出现曲线镜像的选择项，如图 2-16 所示。

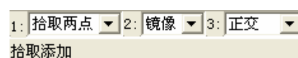


图 2-16　镜像的选择项

按系统提示拾取要镜像的实体，可单个拾取，也可用窗口拾取，拾取到的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认。这时操作提示变为“选择轴线”，用鼠标拾取一条作为镜像操作的对称轴线，一个以该轴线为对称轴的新图形显示出来，同时原来的实体即刻消失。

如果用鼠标单击立即菜单“1：选择轴线”，则该项内容变为“给定两点”。其含义为允许指定两点，两点连线作为镜像的对称轴线，其他操作与前面相同。

如果用鼠标选择立即菜单中的“2：镜像”，则该项内容变为“复制”，按这个菜单内容能够进行复制操作。复制操作的方法和操作过程与镜像操作完全相同，只是复制后原图不消失。

通过选择立即菜单中的“2：”，可使图形进行水平和竖直两个方向进行镜像。

4．比例缩放

比例缩放能对拾取到的实体按比例进行放大和缩小。

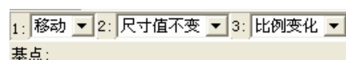


图 2-17　立即菜单

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“比例缩放”命令。在屏幕左下角出现曲线比例缩放提示。按操作提示，用鼠标拾取实体，拾取结束后单击鼠标右键，弹出图 2-17 所示的立即菜单。

尺寸值不变：用鼠标单击该项，则该项内容变为“尺寸值变化”。

如果拾取的元素中包含尺寸元素，则该项可以控制尺寸的变化。当选择“尺寸值不变”时，所选择尺寸元素不会随着比例变化而变化。反之当选择“尺寸值变化”时，尺寸值会根据相应的比例进行放大或缩小。

比例不变：用鼠标单击该项，则该项内容变为“比例变化”。当选择“比例变化”时，尺寸会根据比例系数发生变化。

然后用鼠标指定一个比例变换的基点，则系统又提示“比例系数”。

移动鼠标时，系统自动根据基点和当前光标点的位置来计算比例系数，且在屏幕上动态显示变换的结果。当输入完毕或光标位置确定后，单击鼠标左键，一个变换后的图形立即显示在屏幕上。也可通过键盘直接输入缩放的比例系数。

5．阵列

在机械工程图样中，阵列是一项很重要的操作，并且被经常使用。阵列的方式有圆形阵列、矩形阵列和曲线阵列三种。阵列操作的目的是通过一次操作可同时生成若干个相同的图形，以提高作图速度。

操作：点取图标，或单击“修改”菜单中的“阵列”命令。在屏幕左下角出现曲线阵列的选择项，如图 2-18a 所示。

（1）圆形阵列　圆形阵列能对拾取到的实体，以某基点为圆心进行阵列复制。

用鼠标拾取实体，拾取的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认。按照操作提示，用鼠标左键拾取阵列图形的中心点和基点后，一个阵列复制的结果显示出来。其中，“中心点”和“基准点”的含义可通过以下例子中的标注看出。

系统根据立即菜单中的“2：旋转”在阵列时自动对图形进行旋转。

系统根据立即菜单中的“3：均布”和“4：份数”自动计算各插入点的位置，且各点之间夹角相等。各阵列图形均匀地排列在同一圆周上。其中，份数数值应包括拾取的实体。

用鼠标单击立即菜单中的“3：均布”，则立即菜单转换为给定夹角的方式进行圆形阵列，各相邻图形夹角为 30°，阵列的填充角度为 360°。其中，阵列填充角的含义为从拾取的实体所在位置起，绕中心点逆时针方向转过的夹角，相邻夹角和阵列填充角都可以由键盘输入确定。

（2）矩形阵列　通过单击立即菜单中的“1．矩形阵列”或“1．圆形阵列”以及“1．曲线阵列”进行切换，如图 2-18b 所示。

当前立即菜单中规定了矩形阵列的行数、行间距、列数、列间距以及旋转角的默认值，这些值均可通过键盘输入进行修改。

行、列间距指阵列后各元素基点之间的间距大小，旋转角指与 X 轴正方向的夹角。

（3）曲线阵列　通过单击立即菜单中的“1．曲线阵列”选择该方式，曲线阵列就是在一条或多条首尾相连的曲线上生成均布的图形选择集。各图形选择集的结构相同，位置不同。另外，其姿态是否相同取决于“旋转/不旋转”选项，如图 2-18c 所示。

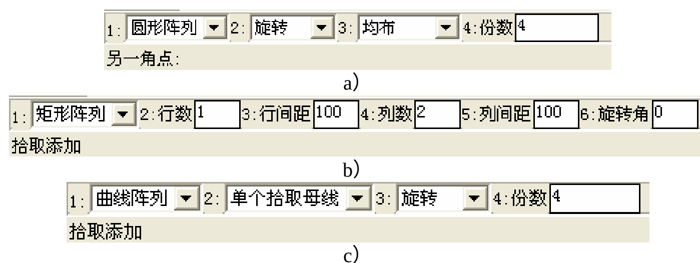


图 2-18　阵列的选择项

当前立即菜单中规定了母线拾取方式，是否旋转以及阵列份数，这些值均可通过键盘输入进行修改。

对于旋转的情况：首先拾取选择集 1，其次确定基点，然后选择母线，最后确定生成方向，于是在母线上生成了均布的与选择集 1 结构相同但姿态与位置不同的多个选择集。

对于不旋转的情况：首先拾取选择集 2，其次决定基点，然后选择母线，于是在母线上生成了均布的与选择集 2 结构姿态相同但位置不同的多个选择集。

拾取母线可单个拾取也可链拾取。单个拾取时仅拾取单根母线；链拾取时可拾取多根首尾相连的母线集，也可只拾取单根母线。

拾取单根母线时，阵列从母线的端点开始。

链拾取母线时，阵列从鼠标单击到的那根曲线的端点开始。

对于单个拾取母线，可拾取的曲线种类有直线、圆弧、圆、样条、椭圆、多义线；对于链拾取母线，链中只能有直线、圆弧或样条。

单个拾取母线时的多义线，主要是从 AutoCAD 而来。若多义线内的曲线均为直线段，则 CAXA 数控车能够正常读入为多义线，所以可作为母线；若多义线内存在圆弧，CAXA 数控车读入时就会把多义线读为块，所以不能作为母线。

2.3　零件图形的绘制实例

2.3.1　零件图形的绘制实例 1

绘制图 2-19 所示零件，具体图形的绘制过程如下。

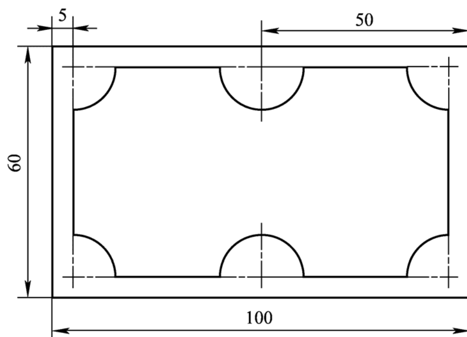


图 2-19　零件图形

1．绘制矩形

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“矩形”命令。在屏幕左下角出现画矩形的选择项，选择“两角点”方式，如图 2-20 所示。根据状态栏提示，输入矩形的第一角点（0，0），然后输入另一角点（100，60）；同理，根据状态栏提示，输入矩形的第一角点（5，5），然后输入另一角点（95，55）。两个矩形绘制成功，如图 2-21 所示。

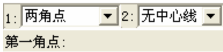


图 2-20　选择“两角点”方式

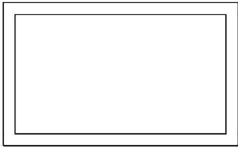


图 2-21　绘制两矩形

2．绘制圆

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“圆”命令。在屏幕左下角出现画圆弧的选择项，选择“圆心_半径”方式，如图 2-22 所示。按提示要求输入圆心，分别捕捉图 2-21 矩形的端点和中点作为圆心，提示变为“输入半径或圆上一点”，此时，可以直接由键盘输入所需半径数值 10。六个圆绘制成功，如图 2-23 所示。

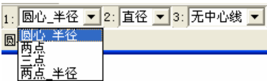


图 2-22　选择“圆心_半径”方式

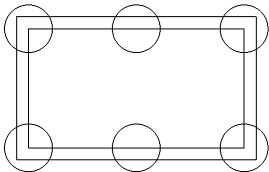


图 2-23　绘制六个圆

3．图形裁剪

点取图标，或单击“修改”菜单中的“裁剪”命令。在屏幕左下角出现曲线裁剪的选择项，选择快速裁剪方式，单击鼠标左键后，将被拾取的线段裁剪掉，得到图 2-24 所示图形。

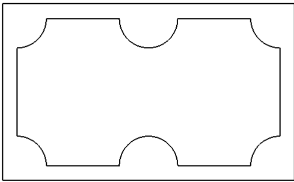


图 2-24　图形裁剪

4．中心线生成及拉伸

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“中心线”命令。在屏幕左下角出现画中心线的选择项，默认延伸长度的缺省值。拾取图 2-24 上的圆弧，即可画出中心线，如图 2-25 所示。

点取图标，或单击“修改”菜单中的“拉伸”命令。在屏幕左下角出现曲线拉伸的提示。选择“单个拾取”方式，按提示要求，用鼠标拾取所要拉伸中心线一端，将中心线拉伸到合适位置，图形的最终形状如图 2-26 所示。

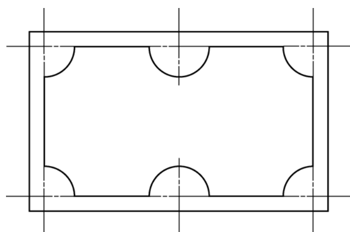


图 2-25　画中心线

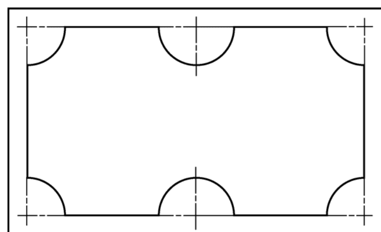


图 2-26　图形最终形状

2.3.2　零件图形的绘制实例 2

绘制图 2-27 所示手柄图形，绘制过程如下。

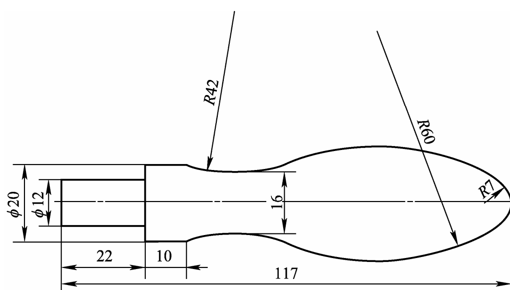


图 2-27　手柄图形

1．作水平直线

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“直线”命令。在屏幕左下角出现画直线的选择项，选择“两点线”和“正交”方式，输入第一点（0，0），第二点（117，0），完成第一条水平线。

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“等距线”命令。在屏幕左下角出现画等距线的选择项，选择“单个拾取”和“单向”，选择已画的水平线，指定距离输入：6，选择向上的方向；同理，分别输入指定距离：8 和 10，完成另外两条水平线，如图 2-28 所示。

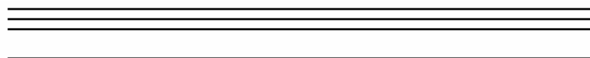


图 2-28　水平直线

2．作垂直线

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“直线”命令。在屏幕左下角出现画直线的选择项，选择“两点线”和“正交”方式，输入第一点（0，0），第二点（0，15），完成第一条垂直线。

点取图标，或单击“绘图”菜单中的“等距线”命令。在屏幕左下角出现画等距线的选择项，选择“单个拾取”和“单向”，选择已画的垂直线，指定距离输入：22，选择向右的方向；同理，再输入指定距离：32，完成另外一条垂直线，如图 2-29 所示。

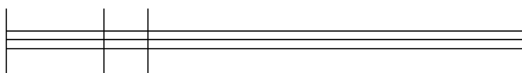


图 2-29　垂直线

3．直线裁剪与删除

点取图标，或单击“ 修改 ”菜单中的“ 裁剪 ”命令。在屏幕左下角出现曲线裁剪的选择项，选择快速裁剪方式，单击鼠标左键后，将被拾取的线段裁剪掉。

点取图标，或单击“ 修改 ”菜单中的“ 删除 ”命令。删除多余的线段，得到图 2-30 所示图形。

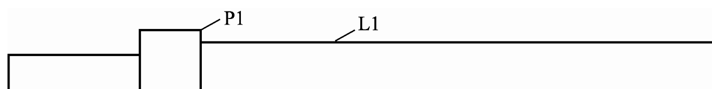


图 2-30　直线裁剪

4．作圆

点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 圆 ”命令。在屏幕左下角出现画圆的选择项，选择“ 两点_半径 ”方式，根据状态栏提示选择第一点，选择图 2-30 所示 P1，选第二点时，按空格键，在弹出菜单中选择“ 切点 ”，拾取直线 L1，输入半径 42。

接着继续点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 圆 ”命令。选择“ 圆心_半径 ”方式，按提示要求输入圆心坐标（110，0），提示变为“ 输入半径或圆上一点 ”。此时，可以直接由键盘输入所需半径数值 7，得到图 2-31 所示图形。

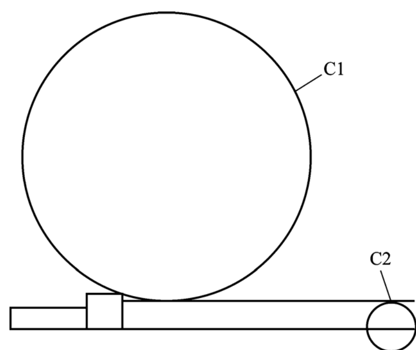
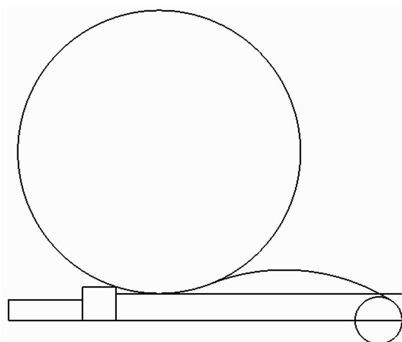


图 2-31　画圆

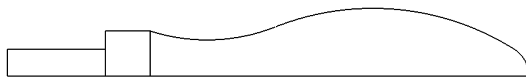
5．作圆弧

作与 C1 和 C2 相切的圆弧。点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 圆弧 ”命令。在屏幕左下角出现画圆弧的选择项，选择“ 两点_半径 ”方式，状态栏提示选择第一点，按空格键，在弹出菜单中选择“ 切点 ”，拾取图 2-31 所示圆 C1，然后状态栏提示选择第二点，按空格键，在弹出菜单中选择“ 切点 ”，拾取圆 C2，最后输入半径 60，做出了相切的圆弧，如图 2-32 所示。


图 2-32　作圆弧

6．裁剪与删除

根据步骤 3，裁剪和删除多余的曲线，如图 2-33 所示。


图 2-33　图形裁剪

7．图形镜像

点取图标，或单击“ 修改 ”菜单中的“ 镜像 ”命令。在屏幕左下角出现曲线镜像的选择项，选择“ 选择轴线 ”和“ 拷贝 ”方式，选择除图 2-33 最下面的水平线的所有曲线，然后

单击右键，状态栏提示选择轴线，拾取最下面的水平线，得到图 2-34 所示图形。

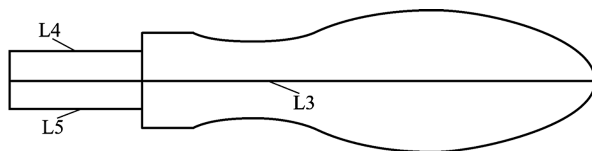


图 2-34　图形镜像

8．作中心线

点取图标，或单击“ 修改 ”菜单中的“ 删除 ”命令。拾取图 2-34 所示直线 L3，删除该直线。

点取图标，或单击“ 绘图 ”菜单中的“ 中心线 ”命令。在屏幕左下角出现画中心线的选择项，默认延伸长度的缺省值。分别拾取图 2-34 所示直线 L4、L5，即可画出中心线。

点取图标，或单击“ 修改 ”菜单中的“ 拉伸 ”命令。在屏幕左下角出现曲线拉伸的提示。选择“ 单个拾取 ”方式。按提示要求用鼠标拾取所要拉伸中心线一端，将中心线拉伸到合适位置，图形的最终形状如图 2-35 所示。

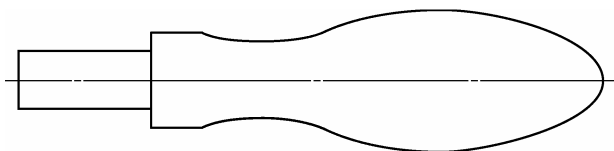


图 2-35　图形最终形状

第 3 章　CAXA 数控车 CAM 功能

本章对 CAXA 数控车 CAM 功能进行详细介绍，主要内容包括：刀具管理、机床设置、后置设置、代码生成、参数修改、轨迹仿真以及各种车削加工方法和参数等。读者学习的时候，应重点掌握 CAXA 数控车的各种参数的使用。

3.1　CAXA 数控车 CAM 基础

3.1.1　数控加工的基本概念

1．概述

数控加工就是将加工数据和工艺参数输入到机床，机床的控制系统对输入信息进行运算与控制，并不断地向直接指挥机床运动的机电功能转换部件—— 机床的伺服机构发送脉冲信号，伺服机构对脉冲信号进行转换与放大处理，然后由传动机构驱动机床，从而加工零件。所以数控加工的关键是加工数据和工艺参数的获取，即数控编程。

数控加工一般包括以下内容：

1）对图纸进行分析，确定需要数控加工的部分。

2）利用图形软件对需要数控加工的部分造型。

3）根据加工条件，选择合适的加工轨迹（包括粗加工、半精加工、精加工轨迹）。

4）轨迹的仿真检验。

5）传给机床加工。

数控加工有以下主要优点：

1）零件一致性好，质量稳定。因为数控机床的定位精度和重复定位精度都很高，很容易保证零件尺寸的一致性，而且，大大减少了人为因素的影响。

2）可加工任何复杂的产品，且精度不受复杂度的影响。

3）降低工人的体力劳动强度，从而节省出时间，从事创造性的工作。

用 CAXA 数控车实现加工的过程：

1）须配置好机床。这是正确输出代码的关键。

2）看懂图纸，用曲线表达工件。

3）根据工件形状，选择合适的加工方式，生成刀位轨迹。

4）生成 G 代码，传给机床。

2．基本概念

（1）两轴加工　在 CAXA 数控车中，机床坐标系的 Z 轴是绝对坐标系的 X 轴，平面图形均指投影到绝对坐标系 XOY 面的图形。

（2）轮廓　它是一系列首尾相接曲线的集合，如图 3-1 所示。

（3）毛坯轮廓　针对粗车，需要制定被加工体的毛坯。毛坯轮廓是一系列首尾相接曲线的集合，如图 3-2 所示。

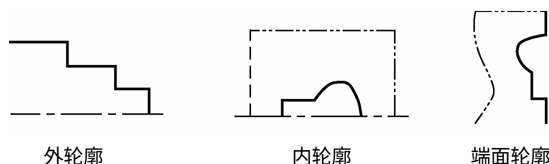


图 3-1　轮廓示例

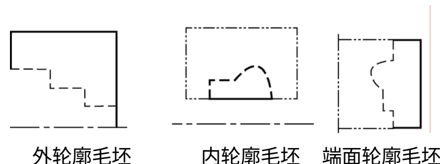


图 3-2　毛坯轮廓示例

在进行数控编程，交互指定待加工图形时，常需要指定毛坯的轮廓，用来界定被加工的表面或被加工的毛坯本身。如果毛坯轮廓是用来界定被加工表面的，则要求指定的轮廓是闭合的；如果加工的是毛坯轮廓本身，则毛坯轮廓也可以不闭合。

（4）机床参数　数控车床的一些速度参数，包括主轴转速、进给速度、接近速度和退刀速度。

主轴转速是切削时机床主轴转动的角速度；进给速度是正常切削时刀具行进的线速度（mm/r）；接近速度为从进刀点到切入工件前刀具行进的线速度，又称进刀速度；退刀速度为刀具离开工件回到退刀位置时刀具行进的线速度，如图 3-3 所示。

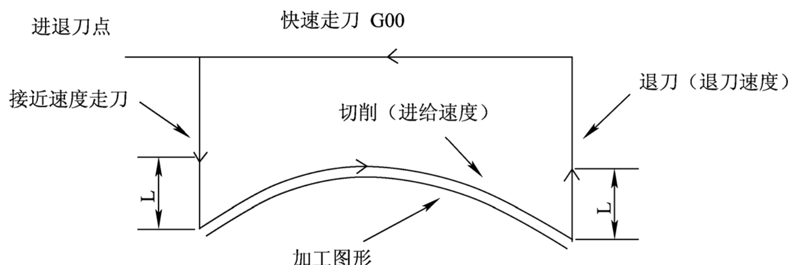


图 3-3　数控车各种速度示意图（L 为慢速下刀/快速退刀距离）

这些速度参数的给定一般依赖于用户的经验，原则上讲，它们与机床本身、工件的材料、刀具材料、工件的加工精度和表面粗糙度要求等相关。

（5）刀具轨迹和刀位点　刀具轨迹是系统按给定工艺要求生成的对给定加工图形进行切削时刀具行进的路线，如图 3-4 所示。系统以图形方式显示，刀具轨迹由一系列有序的刀位点和连接这些刀位点的直线（直线插补）或圆弧（圆弧插补）组成。

CAXA 数控车 2011 系统的刀具轨迹是按刀尖位置来显示的。

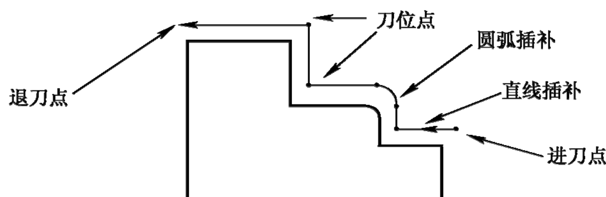


图 3-4　刀具轨迹和刀位点

（6）加工余量　车加工是一个去余量的过程，即从毛坯开始逐步除去多余的材料，以得到需要的零件。这种过程往往由粗加工和精加工构成，必要时还需要进行半精加工，即需经过多道工序的加工。在前一道工序中，往往需给下一道工序留下一定的余量。

实际的加工模型是指定的加工模型按给定的加工余量进行等距的结果，如图 3-5 所示。

（7）加工误差　刀具轨迹和实际加工模型的偏差即加工误差。用户可通过控制加工误差来控制加工的精度。系统给出的加工误差是刀具轨迹同加工模型之间的最大允许偏差，系统保证刀具轨迹与实际加工模型之间的偏离不大于加工误差。

应根据实际工艺要求给定加工误差，如在进行粗加工时，加工误差可以较大，否则加工效率会受到不必要的影响；而进行精加工时，需根据表面要求等给定加工误差。

在两轴加工中，对于直线和圆弧的加工不存在加工误差，加工误差指对样条线进行加工时用折线段逼近样条时的误差，如图 3-6 所示。

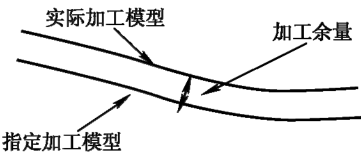


图 3-5　加工余量

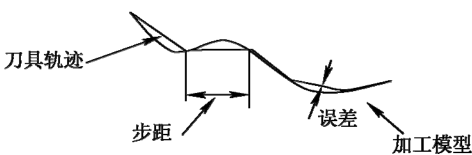


图 3-6　加工误差

（8）加工干涉　切削被加工表面时，如刀具切到了不应该切的部分，则称为出现干涉现象，或者叫做过切。在 CAXA 数控车系统中，干涉分为以下两种情况：

- 被加工表面存在刀具切削不到的部分时存在的过切现象。
- 切削时，刀具与未加工表面存在的过切现象。

3.1.2　刀具库管理

刀具库管理用于定义、确定刀具的有关数据，以便于用户从刀具库中获取刀具信息和对刀具库进行维护。刀具库管理功能包括轮廓车刀、切槽刀具、螺纹车刀、钻孔刀具、铣刀具五种刀具类型的管理。

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框，如图 3-7 所示。用户可按自己的需要添加新的刀具，对已有刀具的参数进行修改，更换使用的当前刀等。

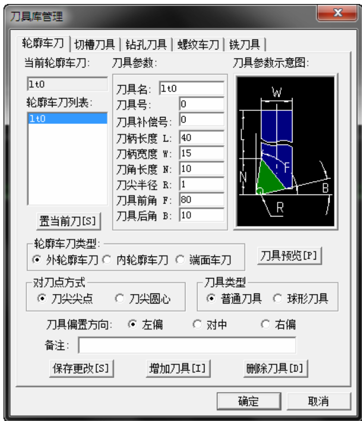


图 3-7 “刀具库管理”对话框

- 【增加刀具】：当需要定义新的刀具时，按“增加刀具”按钮可弹出添加刀具对话框。
- 【删除刀具】：在刀具列表中选择要删除的刀具名，按“删除刀具”按钮可从刀具库中删除所选择的刀具。注意：不能删除当前刀具。

- 【置当前刀】：在刀具列表中选择要使用得当前刀具名，按“置当前刀”可将选择的刀具设为当前刀具，也可在刀具列表中用鼠标双击所选的刀具。

需要指出的是，刀具库中的各种刀具只是同一类刀具的抽象描述，并非符合国标或其他标准的详细刀具库。所以只列出了对轨迹生成有影响的部分参数，其他与具体加工工艺相关的刀具参数并未列出。例如，将各种外轮廓，内轮廓，端面粗精车刀均归为轮廓车刀，对轨迹生成没有影响。其他补充信息可在“备注”栏中输入。

1. 轮廓车刀

单击“轮廓车刀”选项卡，可设置刀具参数，如图 3-8 所示。



图 3-8 “轮廓车刀”选项卡

“轮廓车刀”选项卡中相关选项参数含义如下：

- 【刀具名】：刀具的名称，用于刀具标识和列表。刀具名是唯一的。
- 【刀具号】：刀具的系列号，用于后置处理的自动换刀指令。刀具号唯一，并对应机床的刀库。
- 【刀具补偿号】：刀具补偿值的序列号，其值对应于机床的数据库。
- 【刀柄长度】：刀具可夹持段的长度。
- 【刀柄宽度】：刀具可夹持段的宽度。
- 【刀角长度】：刀具可切削段的长度。
- 【刀尖半径】：刀尖部分用于切削圆弧的半径。
- 【刀具前角】：刀具前刃与工件旋转轴的夹角。
- 【刀具后角】：刀具后刃与工件旋转轴的夹角。

2.“切槽刀具”选项卡

单击“切槽刀具”选项卡，可设置刀具参数，如图 3-9 所示。

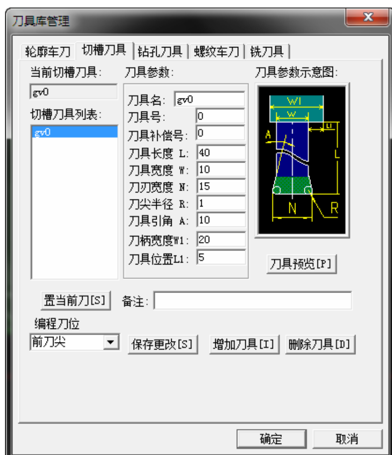


图 3-9 “切槽刀具”选项卡

- 【刀具名】：刀具的名称，用于刀具标识和列表。刀具名是唯一的。
- 【刀具号】：刀具的系列号，用于后置处理的自动换刀指令。刀具号唯一，并对应机床的刀库。
- 【刀具补偿号】：刀具补偿值的序列号，其值对应于机床的数据库。
- 【刀具长度】：刀具的总体长度。
- 【刀具宽度】：刀具可夹持段的宽度。
- 【刀刃宽度】：刀具切削刃的宽度。
- 【刀尖半径】：刀尖部分用于切削的圆弧的半径。
- 【刀具引角】：刀具切削段两侧边与垂直于切削方向的夹角。
- 【当前切槽刀具】：显示当前使用的刀具的刀具名。当前刀具就是在加工中要使用的刀具，在加工轨迹的生成中要使用当前刀具的刀具参数。
- 【切槽刀具列表】：显示刀具库中所有同类型刀具的名称，可通过鼠标或键盘的上下键选择不同的刀具名，刀具参数表中将显示所选刀具的参数。用鼠标双击所选的刀具还能将其置为当前刀具。

3. “ 钻孔刀具 ” 选项卡

单击 “ 钻孔刀具 ” 选项卡，可设置刀具参数，如图 3-10 所示。

- 【刀具名】：刀具的名称，用于刀具标识和列表。刀具名是唯一的。
- 【刀具号】：刀具的系列号，用于后置处理的自动换刀指令。刀具号唯一，并对应机床的刀库。
- 【刀具补偿号】：刀具补偿值的序列号，其值对应于机床的数据库。
- 【刀具半径】：刀具的半径。
- 【刀尖角度】：钻头前段尖部的角度。
- 【刀刃长度】：刀具的刀杆可用于切削部分的长度。
- 【刀杆长度】：刀尖到刀柄之间的距离。刀杆长度应大于刀刃有效长度。

4. “ 螺纹车刀 ” 选项卡

单击 “ 螺纹车刀 ” 选项卡，可设置刀具参数，如图 3-11 所示。

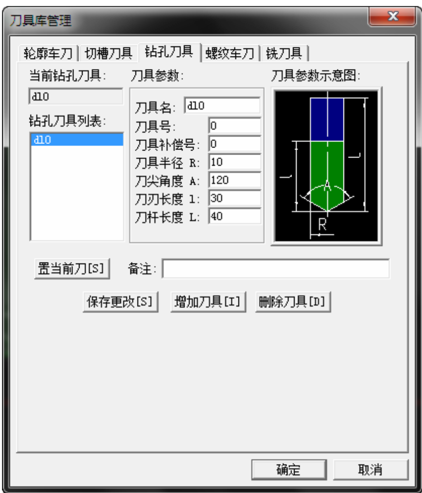


图 3-10 “ 钻孔刀具 ” 选项卡

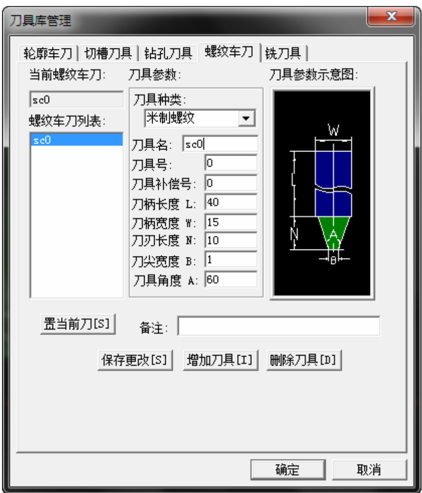


图 3-11 “ 螺纹车刀 ” 选项卡

- 【刀具名】：刀具的名称，用于刀具标识和列表。刀具名是唯一的。
- 【刀具号】：刀具的系列号，用于后置处理的自动换刀指令。刀具号唯一，并对应机床的刀库。
- 【刀具补偿号】：刀具补偿值的序列号，其值对应于机床的数据库。
- 【刀柄长度】：刀具可夹持段的长度。
- 【刀柄宽度】：刀具可夹持段的宽度。
- 【刀刃长度】：刀具切削刃顶部的长度。
- 【刀尖宽度】：螺纹齿底宽度。
- 【刀具角度】：刀具切削段两侧边与垂直于切削方向的夹角，该角度决定了车削出的螺纹的螺纹角。

3.1.3　机床设置

机床设置就是针对不同的机床，不同的数控系统，设置特定的数控代码、数控程序格式及参数，并生成配置文件。生成数控程序时，系统根据该配置文件的定义生成用户所需要的特定代码格式的加工指令。

机床配置给用户提供了一种灵活方便的设置系统配置的方法。对不同的机床进行适当的配置，具有重要的实际意义。通过设置系统配置参数，后置处理所生成的数控程序可以直接输入数控机床或加工中心进行加工，而无需进行修改。如果已有的机床类型中没有所需的机床，可增加新的机床类型以满足使用需求，并可对新增的机床进行设置。

选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，如图 3-12 所示。

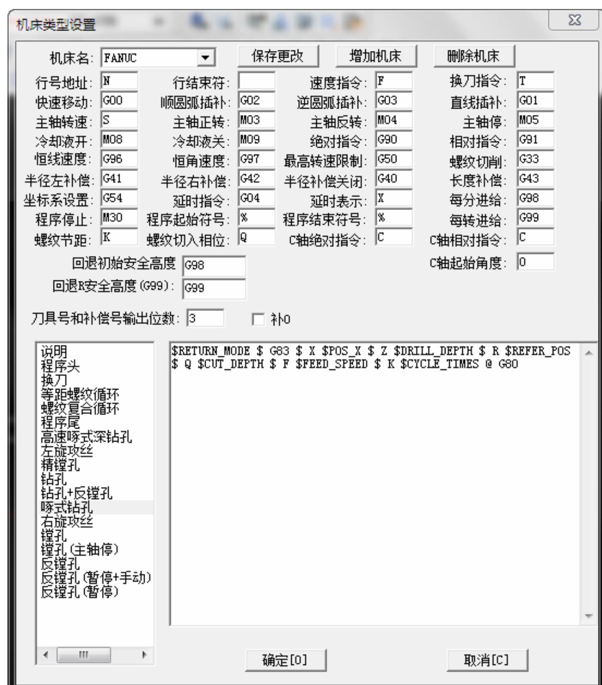


图 3-12 “机床类型设置”对话框

1．机床参数设置

在“机床名”一栏用鼠标点取可选择一个已存在的机床并进行修改。按增加机床按钮可增加系统没有的机床，按删除机床按钮可删除当前的机床。可对机床的各种指令地址进行设置。可以对如下选项进行配置：

（1）行号地址　一个完整的数控程序由许多程序段组成，每一个程序段前有一个程序段号，即行号地址。系统可以根据行号识别程序段。如果程序过长，还可以利用调用行号很方便地把光标移到所需的程序段。行号可以从 1 开始，连续递增，如 N0001，N0002，N0003 等，也可以间隔递增，如 N0001，N0005，N0010 等。建议用户采用后一种方式。因为间隔行号比较灵活方便，可以随时插入程序段，对原程序进行修改，而无需改变后续行号。如果采用前一种连续递增的方式，每修改一次程序，插入一个程序段，都必须对后续的所有程序段的行号进行修改，很不方便。

（2）行结束符　在数控程序中，一行数控代码就是一个程序段。数控程序一般以特定的符号，而不是以回车键作为程序段结束标志，它是一段程序段不可缺少的组成部分。有些系统以分号符“；”作为程序段结束符，系统不同，程序段结束符一般不同，如有的系统结束符是“*”，有的是“#”等不尽相同。一个完整的程序段应包括行号、数控代码和程序段结束符。如：

N10 G92X10.000Y5.000；

（3）插补方式控制　一般地，插补就是把空间曲线分解为 XYZ 各个方向的很小的曲线段，然后以微元化的直线段去逼近空间曲线。数控系统都提供直线插补和圆弧插补，其中圆弧插补又分为顺圆插补和逆圆插补。

插补指令都是模代码。所谓模代码就是只要指定一次功能代码格式，以后就不用指定，系统会以前面最近的功能模式确认本程序段的功能。除非重新指定同类型功能代码，否则以后的程序段仍然可以默认该功能代码。

- 【直线插补】：系统以直线段的方式逼近该点，需给出终点坐标。如：

G01X100.000Y100.000 表示刀具将以直线的方式从当前点到达点（100，100）。

- 【顺圆插补】：系统以半径一定的圆弧方式按顺时针的方向逼近该点。要求给出终点坐标、圆弧半径以及圆心坐标。如：

G02X100.000Y100.000R20.000 表示刀具将以半径为 R20 圆弧的方式，按顺时针方向从当前点到达目的点（100，100）。

G02X100.000Y100.000I50.000J50.000 表示刀具将以当前点，终点（100，100），圆心（50，50）所确定的圆弧的方式，按顺时针方向从当前点到达目的点（100，100）。

- 【逆圆插补】：系统以半径一定的圆弧的方式按逆时针的方向逼近该点。要求给出终点坐标、圆弧半径以及圆心坐标。如：

G03X100.000Y100.000R20.000 表示刀具将以半径为 R20 圆弧的方式，按逆时针方向从当前点到达目的点（100，100）。

（4）主轴控制指令　主轴转速：S；主轴正转：M03；主轴反转：M04；主轴停：M05。

（5）切削液开关控制指令

- 【切削液开<M07>】：M07 指令打开切削液阀门开关，开始开放切削液。
- 【切削液关<M09>】：M09 指令关掉切削液阀门开关，停止开放切削液。

（6）坐标设定　用户可以根据需要设置坐标系，系统根据用户设置的参照系确定坐标值是绝对的还是相对的。

- 【坐标设定<G54>】：G54 是程序坐标系设置指令。一般地，以零件原点作为程序的坐标原点。程序零点坐标存储在机床的控制参数区。程序中不设置此坐标系，而是通过 G54 指令调用。
- 【绝对指令<G90>】：把系统设置为绝对编程模式。以绝对模式编程的指令，坐标值都以 G54 所确定的工件零点为参考点。绝对指令 G90 也是模代码，除非被同类型代码 G91 所代替，否则系统一直默认。
- 【相对指令<G91>】：把系统设置为相对编程模式。以相对模式编程的指令，坐标值都以该点的前一点为参考点，指令值以相对递增的方式编程。同样 G91 也是模代码指令。

（7）补偿　包括左补偿和右补偿及补偿关闭。有了补偿后，编程时可以直接根据曲线轮廓编程。

- 【半径左补偿】：指加工轨迹以进给的方向为正方向，沿轮廓线左边让出一个刀具半径。
- 【半径右补偿】：指加工轨迹以进给的方向为正方向，沿轮廓线右边让出一个刀具半径。
- 【半径补偿关闭】：补偿的关闭是通过代码 G40 来实现的。左右补偿指令代码都是模代码，所以，也可以通过开启一个补偿指令代码来关闭另一个补偿指令代码。

（8）延时控制

- 【延时指令<G04>】：程序执行延时指令时，刀具将在当前位置停留给定的延时时间。
- 【延时表示<X>】：其后跟随的数值表示延时的时间。

（9）程序结束<M02>　该指令将结束整个程序的运行，所有的功能 G 代码和与程序有关的一些机床运行开关，如切削液开关、开关走丝、机械手开关等都将关闭处于原始禁止状态。机床处于当前位置，如果要使机床停在机床零点位置，则必须用机床回零指令使之回零。

（10）恒线速度<G96>　切削过程中按指定的线速度值保持线速度恒定。

（11）恒角速度<G97>　切削过程中按指定的主轴转速保持主轴转速恒定，直到下一指令改变该指令为止。

（12）最高转速<G50>　限制机床主轴的最高转速，常与恒线速度同用匹配。

2．程序格式设置

程序格式设置就是对 G 代码各程序段格式进行设置。“ 程序段 ” 含义见 G 代码程序示例。用户可以对以下程序段进行格式设置：程序起始符号、程序结束符号、程序说明、程序头、程序尾、换刀段。

（1）设置方式　字符串或宏指令@字符串或宏指令。

其中宏指令为：$+宏指令串，系统提供的宏指令串有：

- 当前后置文件名 POST_NAME。
- 当前日期 POST_DATE。
- 当前时间 POST_TIME。
- 当前 X 坐标值 COORD_Y。
- 当前 Z 坐标值 COORD_X。
- 当前程序号 POST_CODE。

以下宏指令内容与“机床类型设置”对话框中的设置内容一致：

- 行号指令 LINE_NO_ADD。
- 行结束符 BLOCK_END。
- 直线插补 G01。
- 顺圆插补 G02。
- 逆圆插补 G03。
- 绝对指令 G90。
- 相对指令 G91。
- 切削液开 COOL_ON。
- 切削液关 COOL_OFF。
- 程序止 PRO_STOP。
- 左补偿 DCMP_LFT。
- 右补偿 DCMP_RGH。
- 补偿关闭 DCMP_OFF。

@号为换行标，若是字符串则输出它本身。

$号输出空格。

（2）程序说明　说明部分是对程序的名称，与此程序对应的零件名称编号，编制日期和时间等有关信息的记录。程序说明部分是为了管理的需要而设置的。有了这个功能项目，用户可以很方便地进行管理。比如要加工某个零件，只需要从管理程序中找到对应的程序编号即可，而不需要从复杂的程序中一个一个地去寻找需要的程序。

（N126－60231，＄POST_NAME，＄POST_DATE，POST_TIME），在生成的后置程序中程序说明部分输出如下说明：

（N126－60231，O1261，1996/9/2，15:30:30）

（3）程序头　针对特定的数控机床，其数控程序开头部分都是相对固定的，包括一些机床信息，如机床回零、工件零点设置、开走丝，以及切削液开启等。

例如：直线插补指令内容为 G01，那么，$G1 的输出结果为 G01，同样$COOL_ON 的输出结果为 M7，$PRO_STOP 为 M02，依此类推。

例如：$COOL_ON@$SPN_CW@$G90 $ $G0 $COORD_Y $COORD_X@G41 在后置文件中的输出内容为：

M07；

M03；

G90 G00X10.000Z20.0000；

G41；

3.1.4　后置设置

后置设置就是针对特定的机床，结合已经设置好的机床配置，对后置输出的数控程序的格式，如程序段行号，程序大小，数据格式，编程方式，圆弧控制方式等进行设置。本功能可以设置默认机床及 G 代码输出选项。机床名选择已存在的机床名作为默认机床。

后置参数设置包括程序段行号，程序大小，数据格式，编程方式，圆弧控制方式等。

选择下拉菜单“ 数控车 ”→“ 后置设置 ”命令，或直接单击“ 数控车工具 ”工具栏中的“ 后置设置 ”按钮，系统弹出“ 机床类型设置 ”对话框，如图 3-13 所示。

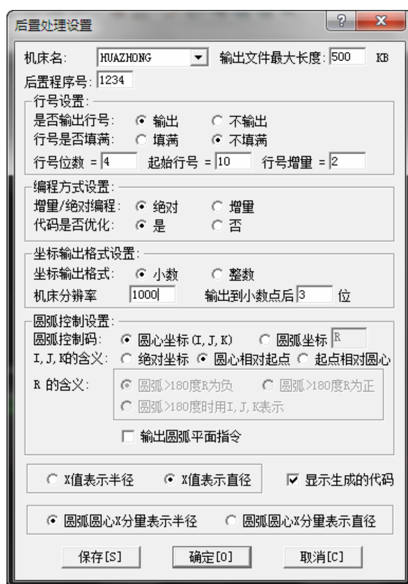


图 3-13 “ 后置处理设置 ”对话框

（1）机床名　数控程序必须针对特定的数控机床。特定的配置才具有加工的实际意义，所以后置设置必须先调用机床配置。在图 3-13 中，用鼠标拾取机床名一栏就可以很方便地从配置文件中调出机床的相关配置。图中调用的为 SIEMENS 数控系统的相关配置。

（2）扩展文件名控制和后置程序号　扩展文件名是控制所生成的数控程序文件名的扩展名。有些机床对数控程序要求有扩展名，有些机床没有这个要求，应视不同的机床而定。后置程序号是记录后置设置的程序号，不同的机床其后置设置不同，所以采用程序号来记录这些设置，以便于用户日后使用。

（3）输出文件最大长度　输出文件长度可以对数控程序的大小进行控制，文件大小控制以 K（字节）为单位。当输出的代码文件长度大于规定长度时系统自动分割文件。例如：当输出的 G 代码文件 post.ISO 超过规定的长度时，就会自动分割为 post0001.ISO，post0002.ISO，post0003.ISO，post0004.ISO 等。

（4）行号设置　程序段行号设置包括行号的位数，行号是否输出，行号是否填满，起始行号以及行号递增数值等。是否输出行号：选中行号输出则在数控程序中的每一个程序段前面输出行号，反之亦然。行号是否填满是指行号不足规定的行号位数时是否用 0 填充。行号填满就是不足所要求的行号位数的前面补零，如 N0028；反之亦然。如 N28。行号递增数值就是程序段行号之间的间隔。如 N0020 与 N0025 之间的间隔为 5，建议用户选取比较适中的递增数值，这样有利于程序的管理。

（5）编程方式设置　有绝对编程 G90 和相对编程 G91 两种方式。

（6）坐标输出格式设置　决定数控程序中数值的格式：小数输出还是整数输出；机床分辨率就是机床的加工精度，如果机床精度为 0.001mm，则分辨率设置为 1000，以此类推；输出小数位数可以控制加工精度。但不能超过机床精度，否则是没有实际意义的。

“ 优化坐标值 ”指输出的 G 代码中，若坐标值的某分量与上一次相同，则此分量在 G 代码中不出现。下一段是没有经过优化的 G 代码。

```
X0.0 Y0.0 Z0.0;
X100. Y0.0 Z0.0;
X100. Y100. Z0.0;
X0.0 Y100. Z0.0;
X0.0 Y0.0 Z0.0;
```

经过坐标优化，结果如下

```
X0.0 Y0.0 Z0.0;
```

X100. ;

Y100. ;

X0.0 ;

Y0.0 ;

（7）圆弧控制设置　主要设置控制圆弧的编程方式，即采用圆心编程方式还是采用半径编程方式。当采用圆心编程方式时，圆心坐标（I，J，K）有三种含义：

- 【绝对坐标】：采用绝对编程方式，圆心坐标（I，J，K）的坐标值为相对于工件零点绝对坐标系的绝对值。
- 【相对起点】：圆心坐标以圆弧起点为参考点取值。
- 【起点相对圆心】：圆弧起点坐标以圆心坐标为参考点取值。

按圆心坐标编程时，圆心坐标的各种含义是针对不同的数控机床而言。不同机床之间其圆心坐标编程的含义不同，但对于特定的机床其含义只有其中一种。当采用半径编程时，采用半径正负区别的方法来控制圆弧是劣圆弧还是优圆弧。圆弧半径 R 的含义即表现为以下两种：

- 【优圆弧】：圆弧大于 180 °，R 为负值。
- 【劣圆弧】：圆弧小于 180 °，R 为正值。

（8）X 值表示直径　软件系统采用直径编程。

（9）X 值表示半径　软件系统采用半径编程。

（10）显示生成的代码　选中时系统调用 WINDOWS 记事本显示生成的代码，如代码太长，则提示用写字板打开。

3.1.5　代码生成

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

代码生成的步骤如下：

1）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”命令，则弹出一个需要用户输入文件名的对话框，要求用户填写后置程序文件名，如图 3-14 所示。此外系统还在信息提示区给出当前生成的数控程序所适用的数控系统和机床系统信息，它表明目前所调用的机床配置和后置设置情况。

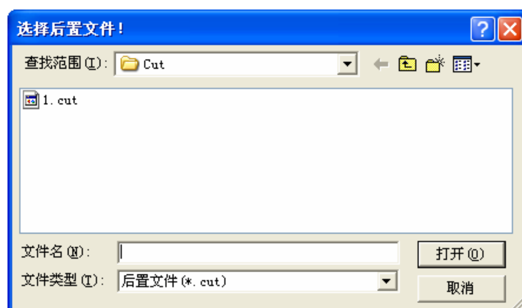


图 3-14 “选择后置文件”对话框

2）输入文件名后选择保存按钮，系统提示拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件当中，生成的先后顺序与拾取的先后顺序相同。

3.1.6　参数修改

对生成的轨迹不满意时可以用参数修改功能对轨迹的各种参数进行修改，以生成新的加工轨迹。

在“数控车”子菜单区中选取“参数修改”命令，则提示用户拾取要进行参数修改的加工轨迹。拾取轨迹后将弹出该轨迹的参数表供用户修改。参数修改完毕选取“确定”按钮，即依据新的参数重新生成该轨迹。

3.1.7　轨迹仿真

对已有的加工轨迹进行加工过程模拟，以检查加工轨迹的正确性。对系统生成的加工轨迹，仿真时用生成轨迹时的加工参数，即轨迹中记录的参数；对从外部返读进来的刀位轨迹，仿真时用系统当前的加工参数。

轨迹仿真分为动态仿真、静态仿真和二维仿真，仿真时可指定仿真的步长来控制仿真的速度，也可以通过调节速度条控制仿真速度。当步长设为 0 时，步长值在仿真中无效；当步长大于 0 时，仿真中每一个切削位置之间的间隔距离即为所设的步长。

操作步骤如下：

1）在“数控车”子菜单区中选取“轨迹仿真”功能项，同时可指定仿真的类型和仿真的步长。

- 【动态仿真】：仿真时模拟动态的切削过程，不保留刀具在每一个切削位置的图像。
- 【静态仿真】：仿真过程中保留刀具在每一个切削位置的图像，直至仿真结束。

2）拾取要仿真的加工轨迹，此时可使用系统提供的选择拾取工具。在结束拾取前仍可修改仿真的类型或仿真的步长。

3）单击鼠标右键结束拾取，系统弹出仿真控制条，单击开始键开始仿真。仿真过程中可进行暂停、上一步、下一步、终止和速度调节操作。

4）仿真结束，可以单击开始键重新仿真，或者单击终止键终止仿真。

3.2　CAXA 数控车参数

CAXA 数控车可实现轮廓粗车、轮廓精车、车槽、钻中心孔、螺纹固定循环、车螺纹等，下面将分别介绍。

3.2.1 轮廓粗车参数

轮廓粗车用于实现对工件外轮廓表面、内轮廓表面和端面的粗车加工，用来快速清除毛坯的多余部分。

做轮廓粗车时要确定被加工轮廓和毛坯轮廓，被加工轮廓就是加工结束后的工件表面轮廓，毛坯轮廓就是加工前毛坯的表面轮廓。被加工轮廓和毛坯轮廓两端点相连，两轮廓共同构成一个封闭的加工区域，在此区域的材料将被加工去除。被加工轮廓和毛坯轮廓不能单独闭合或自相交。

1. “ 加工参数 ” 选项卡

选择下拉菜单 “ 数控车 ” → “ 轮廓粗车 ” 命令，或直接单击 “ 数控车工具 ” 工具栏中的 “ 轮廓粗车 ” 按钮，系统弹出 “ 粗车参数表 ” 对话框。单击 “ 加工参数 ” 选项卡，进入加工参数设置如图 3-15 所示。

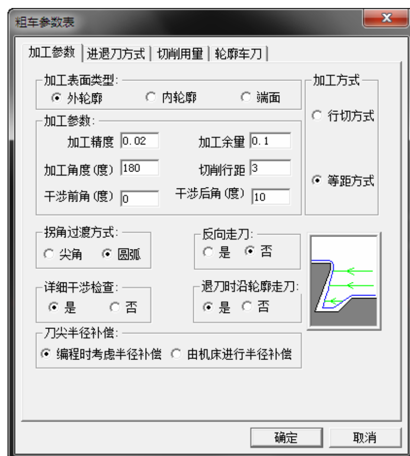


图 3-15 “ 加工参数 ” 选项卡

各加工参数含义说明如下：

（1）加工表面类型

- 【外轮廓】：采用外轮廓车刀加工外轮廓，此时默认加工方向角度为 180 °。
- 【内轮廓】：采用内轮廓车刀加工内轮廓，此时默认加工方向角度为 180 °。
- 【端面】：默认加工方向应垂直于系统 X 轴，即加工角度为–90 ° 或 270 °。

注意

CAXA 数控车用加工角度将软件 XY 向转换成机床的 ZX 轴方向，如切外轮廓，刀具由右向左运动，与机床的 Z 轴正向成 180 °，加工角度取 180 ° ；端面，刀具从上到下运动，与 Z 轴正方向成–90 ° 或 270 °，加工角度取–90 ° 或 270 °。

（2）加工参数

- 【干涉后角】：做底切干涉检查时，确定干涉检查的角度。
- 【干涉前角】：做前角干涉检查时，确定干涉检查的角度。
- 【加工角度】：刀具切削方向与机床 Z 轴（软件系统 X 正方向）正方向的夹角。
- 【切削行距】：行间切入深度，两相邻切削行之间的距离。
- 【加工余量】：加工结束后，被加工表面没有加工部分的剩余量（与最终加工结果比较）。
- 【加工精度】：用户可按需要来控制加工精度。对轮廓中的直线和圆弧，机床可以精确地加工；对由样条曲线组成的轮廓，系统将按给定的精度把样条转化成直线段来满足用户所需的加工精度。

（3）拐角过渡方式

- 【圆弧】：在切削过程中遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以圆弧的方式过渡。

- 【尖角】：在切削过程遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以尖角的方式过渡。

（4）反向走刀

- 【否】：刀具按默认方向走刀，即刀具从机床 Z 轴正向向 Z 轴负向移动。
- 【是】：刀具按与默认方向相反的方向走刀。

（5）详细干涉检查（图 3-16）

- 【否】：假定刀具前后干涉角均为 0°，对凹槽部分不做加工，以保证切削轨迹无前角及底切干涉。
- 【是】：加工凹槽时，用定义的干涉角度检查加工中是否有刀具前角及底切干涉，并按定义的干涉角度生成无干涉的切削轨迹。

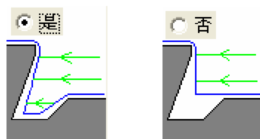


图 3-16　详细干涉检查

（6）退刀时沿轮廓走刀

- 【否】：刀位行首末直接进退刀，不加工行与行之间的轮廓。
- 【是】：两刀位行之间如果有一段轮廓，在后一刀位行之前、之后增加对行间轮廓的加工。

（7）刀尖半径补偿

- 【编程时考虑半径补偿】：在生成加工轨迹时，系统根据当前所用刀具的刀尖半径进行补偿计算（按假想刀尖点编程）。所生成代码即为已考虑半径补偿的代码，无需机床再进行刀尖半径补偿
- 【由机床进行半径补偿】：在生成加工轨迹时，假设刀尖半径为 0，按轮廓编程，不进行刀尖半径补偿计算。所生成代码在用于实际加工时应根据实际刀尖半径由机床指定补偿值。

2. “进退刀方式”选项卡

单击“进退刀方式”选项卡，可设置进退刀选项，如图 3-17 所示。

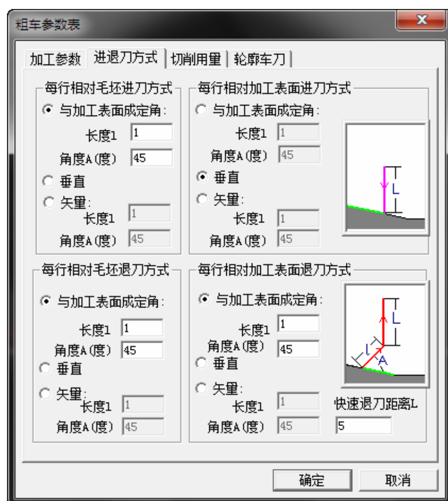


图 3-17　“进退刀方式”选项卡

（1）进刀方式　相对毛坯进刀方式用于指定对毛坯部分进行切削时的进刀方式，相对加工表面进刀方式用于指定对加工表面部分进行切削时的进刀方式。

- 【与加工表面成定角】：指在每一切削行前加入一段与轨迹切削方向夹角成一定角度的进刀段，刀具垂直进刀到该进刀段的起点，再沿该进刀段进刀至切削行。“ 角度 ” 框用于定义进刀段与轨迹切削方向的夹角，“ 长度 ” 用于定义进刀段的长度。
- 【垂直】：指刀具直接进刀到每一切削行的起始点。
- 【矢量】：指在每一切削行前加入一段与系统 X 轴（机床 Z 轴）正方向成一定夹角的进刀段，刀具进刀到该进刀段的起点，再沿该进刀段进刀至切削行。“ 角度 ” 框用于定义矢量（进刀段）与系统 X 轴正方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义矢量（进刀段）的长度。

（2）退刀方式　相对毛坯退刀方式用于指定对毛坯部分进行切削时的退刀方式，相对加工表面退刀方式用于指定对加工表面部分进行切削时的退刀方式。

- 【与加工表面成定角】：指在每一切削行后加入一段与轨迹切削方向夹角成一定角度的退刀段，刀具先沿该退刀段退刀，再从该退刀段的末点开始垂直退刀。“ 角度 ” 用于定义退刀段与轨迹切削方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义退刀段的长度。
- 【垂直】：指刀具直接进刀到每一切削行的起始点。
- 【矢量】：指在每一切削行后加入一段与系统 X 轴（机床 Z 轴）正方向成一定夹角的退刀段，刀具先沿该退刀段退刀，再从该退刀段的末点开始垂直退刀。“ 角度 ” 框用于定义矢量（退刀段）与系统 X 轴正方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义矢量（退刀段）的长度快速退刀距离。

3. “ 切削用量 ” 选项卡

单击 “ 切削用量 ” 选项卡，可设置切削参数，如图 3-18 所示。

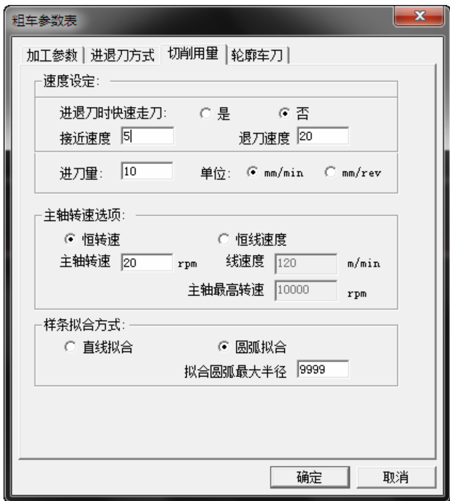


图 3-18 “ 切削用量 ” 选项卡

“ 切削用量 ” 选项卡参数说明：

（1）速度设定

- 【接近速度】：刀具接近工件时的进给速度。
- 【退刀速度】：刀具离开工件的速度。

（2）主轴转速选项

- 【恒转速】：切削过程中按指定的主轴转速保持主轴转速恒定，直到下一指令改变该转速。
- 【恒线速度】：切削过程中按指定的线速度值保持线速度恒定。

（3）样条拟合方式

- 【直线拟合】：对加工轮廓中的样条线根据给定的加工精度用直线段进行拟合。
- 【圆弧拟合】：对加工轮廓中的样条线根据给定的加工精度用圆弧段进行拟合。

3.2.2　轮廓精车参数

轮廓精车实现对工件外轮廓表面、内轮廓表面和端面的精车加工。做轮廓精车时要确定被加工轮廓，被加工轮廓就是加工结束后的工件表面轮廓，被加工轮廓不能闭合或自相交。

1.“加工参数”选项卡

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓精车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓精车”按钮，系统弹出“精车参数表”对话框。单击“加工参数”选项卡，进入加工参数设置如图 3-19 所示。



图 3-19 “加工参数”选项卡

（1）加工表面类型

- 【外轮廓】：采用外轮廓车刀加工外轮廓，此时默认加工方向角度为 180°。
- 【内轮廓】：采用内轮廓车刀加工内轮廓，此时默认加工方向角度为 180°。
- 【端面】：此时默认加工方向应垂直于系统 X 轴，即加工角度为–90°或 270°。

（2）加工参数

- 【切削行距】：行与行之间的距离，沿加工轮廓走刀一次称为一行。
- 【切削行数】：刀位轨迹的加工行数，不包括最后一行的重复次数。
- 【加工余量】：被加工表面剩余的加工余量。
- 【加工精度】：用户可按需要来控制加工的精度。对轮廓中的直线和圆弧，机床可以精确地加工；对由样条曲线组成的轮廓，系统将按给定的精度把样条转化成直线段来满足用户所需的加工精度。
- 【干涉前角】：做底切干涉检查时，确定干涉检查的角度，避免加工时出现前刀面与

工件干涉。

- 【干涉后角】：做底切干涉检查时，确定干涉检查的角度，避免加工时出现刀具底面与工件干涉。

（3）最后一行加工次数　精车时，为提高车削的表面质量，最后一行常常在相同进给量的情况进行多次车削，该处定义多次切削的次数。

（4）拐角过渡方式

- 【圆弧】：在切削过程遇到拐角时刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以圆弧的方式过渡。
- 【尖角】：在切削过程遇到拐角时刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以尖角的方式过渡。

（5）反向走刀

- 【否】：刀具按默认方向走刀，即刀具从 Z 轴正向向 Z 轴负向移动。
- 【是】：刀具按与默认方向相反的方向走刀。

（6）详细干涉检查

- 【否】：假定刀具前后干涉角均为 0°，对凹槽部分不做加工，以保证切削轨迹无前角及底切干涉。
- 【是】：加工凹槽时，用定义的干涉角度检查加工中是否有刀具前角及底切干涉，并按定义的干涉角度生成无干涉的切削轨迹。

2. “进退刀方式”选项卡

单击“进退刀方式”选项卡，可设置进退刀选项，如图 3-20 所示。

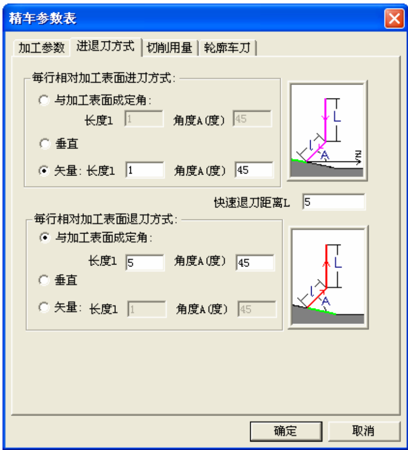


图 3-20 “进退刀方式”选项卡

（1）每行相对加工表面进刀方式　相对加工表面进刀方式用于指定对加工表面部分进行切削时的进刀方式。

- 【与加工表面成定角】：指在每一切削行前加入一段与轨迹切削方向夹角成一定角度的进刀段，刀具垂直进刀到该进刀段的起点，再沿该进刀段进刀至切削行。“角度”

框用于定义进刀段与轨迹切削方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义进刀段的长度。

- 【垂直】：指刀具直接进刀到每一切削行的起始点。
- 【矢量】：指在每一切削行前加入一段与系统 X 轴（机床 Z 轴）正方向成一定夹角的进刀段，刀具进刀到该进刀段的起点，再沿该进刀段进刀至切削行。“ 角度 ” 框用于定义矢量（进刀段）与系统 X 轴正方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义矢量（进刀段）的长度。

（2）每行相对加工表面退刀方式　相对加工表面退刀方式用于指定对加工表面部分进行切削时的退刀方式。

- 【与加工表面成定角】：指在每一切削行后加入一段与轨迹切削方向夹角成一定角度的退刀段，刀具先沿该退刀段退刀，再从该退刀段的末点开始垂直退刀。“ 角度 ” 框用于定义退刀段与轨迹切削方向的夹角，“ 长度 ” 框用于定义退刀段的长度。
- 【垂直】：指刀具直接进刀到每一切削行的起始点。
- 【矢量】：指在每一切削行后加入一段与系统 X 轴（机床 Z 轴）正方向成一定夹角的退刀段，刀具先沿该退刀段退刀，再从该退刀段的末点开始垂直退刀。“ 角度 ” 框用于定义矢量（退刀段）与系统 X 轴正方向的夹角，“ 长度 ”框用于定义矢量（退刀段）的长度快速退刀距离。

3.2.3　切槽参数

切槽用于在工件外轮廓表面、内轮廓表面和端面切槽。切槽时要确定被加工轮廓，被加工轮廓就是加工结束后的工件表面轮廓，被加工轮廓不能闭合或自相交。

选择下拉菜单“ 数控车 ”→“ 切槽 ”命令，或直接单击“ 数控车工具 ”工具栏中的“ 切槽 ” 按钮，系统弹出 “ 切槽参数表 ” 对话框。单击 “ 加工参数 ” 选项卡，进入加工参数设置如图 3-21 所示。

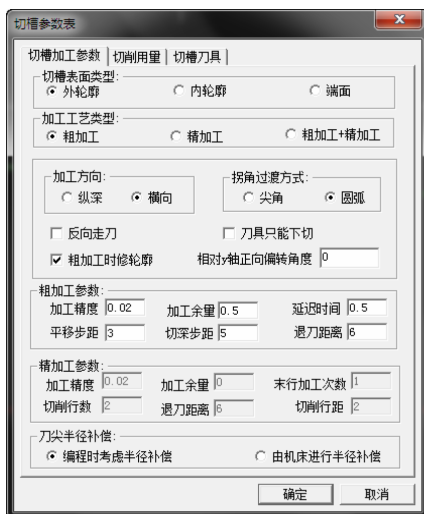


图 3-21 “ 切槽加工参数 ” 选项卡

（1）切槽表面类型

- 【外轮廓】：外轮廓切槽，或用切槽刀加工外轮廓。
- 【内轮廓】：内轮廓切槽，或用切槽刀加工内轮廓。
- 【端面】：端面切槽，或用切槽刀加工端面。

（2）加工工艺类型

- 【粗加工】：对槽只进行粗加工。
- 【精加工】：对槽只进行精加工。
- 【粗加工+精加工】：对槽进行粗加工之后接着做精加工。

（3）拐角过渡方式

- 【圆角】：在切削过程遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以圆弧的方式过渡。
- 【尖角】：在切削过程遇到拐角时，刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以尖角的方式过渡。

（4）粗加工参数

- 【延迟时间】：粗车槽时，刀具在槽的底部停留的时间。
- 【平移步距】：粗车槽时，刀具每一次纵向切槽的切入量（编程 Z 方向）。
- 【切深步距】：粗车槽时，刀具切到指定的切深平移量后进行下一次切削前的水平平移量（编程 X 向）。
- 【退刀距离】：粗车槽中进行下一行切削前退刀到槽外的距离。
- 【加工余量】：粗加工时，被加工表面未加工部分的预留量。

（5）精加工参数

- 【切削行距】：精加工行与行之间的距离。
- 【切削行数】：精加工刀位轨迹的加工行数，不包括最后一行的重复次数。
- 【退刀距离】：精加工中切削完一行之后，进行下一行切削前退刀的距离。
- 【加工余量】：精加工时，被加工表面未加工部分的预留量。
- 【末行加工次数】：精车槽时，为提高加工的表面质量，最后一行常常在相同进给量的情况下进行多次车削，该处定义多次切削的次数。

3.2.4 钻孔参数

钻中心孔用于在工件的旋转中心钻中心孔。该功能提供了多种钻孔方式，包括高速啄式深孔钻、左攻丝、精镗孔、钻孔、镗孔、反镗孔等。

因为车加工中的钻孔位置只能是工件的旋转中心，所以，最终所有的加工轨迹都在工件的旋转轴上，也就是系统的 X 轴（机床的 Z 轴）上。

选择下拉菜单“数控车”→“钻中心孔”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“钻中心孔”按钮，系统弹出“钻孔参数表”对话框。单击“加工参数”选项卡，进入加工参数设置如图 3-22 所示。

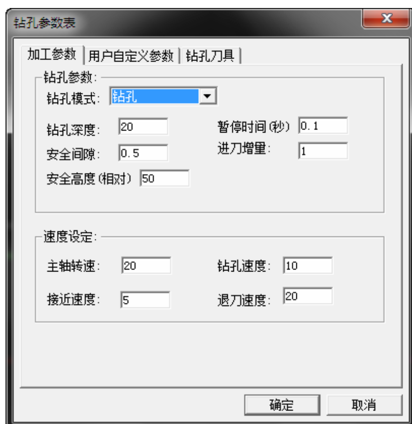


图 3-22 “加工参数”选项卡

- 【钻孔模式】：钻孔的方式，钻孔模式不同，后置处理中用到机床的固定循环指令不同。
- 【钻孔深度】：要钻孔的深度。
- 【暂停时间】：钻孔时刀在工件底部的停留时间。
- 【进刀增量】：深孔钻时每次进刀量或镗孔时每次侧进量。
- 【安全间隙】：当钻下一个孔时，刀具从前一个孔顶端的抬起量。
- 【主轴转速】：机床主轴旋转的速度。计量单位是机床默认的单位。
- 【钻孔速度】：钻孔时的进给速度。
- 【接近速度】：刀具接近工件时的进给速度。
- 【退刀速度】：刀具离开工件的速度。

3.2.5　螺纹加工参数

车螺纹功能为非固定循环方式加工螺纹，可对螺纹加工中的各种工艺条件、加工方式进行灵活控制。

1. “螺纹参数”选项卡

选择下拉菜单“数控车”→“车螺纹”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“车螺纹”按钮，系统弹出“螺纹参数表”对话框。单击“螺纹参数”选项卡，进入螺纹参数设置如图 3-23 所示。

各螺纹参数含义说明如下：

- 【起点坐标】：车螺纹的起始点坐标，单位为 mm。
- 【终点坐标】：车螺纹的终止点坐标，单位为 mm。
- 【螺纹长度】：螺纹起始点到终止点的距离。
- 【螺纹牙高】：螺纹牙的高度。
- 【螺纹头数】：螺纹起始点到终止点之间的牙数。
- 【螺纹节距】：可定义两种节距类型：

- 【恒定节距】：两个相邻螺纹轮廓上对应点之间的距离为恒定值。可在“ 节距 ”框中输入恒定节距值。
- 【变节距】：两个相邻螺纹轮廓上对应点之间的距离为变化的值；在“ 始节距 ”框中输入起始端螺纹的节距，在“ 末节距 ”框中输入终止端螺纹的节距。

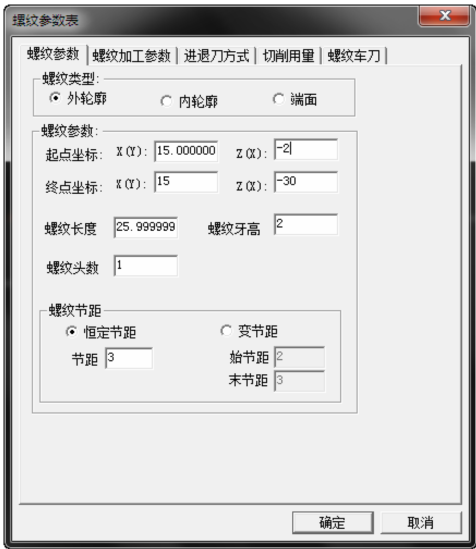


图 3-23　“ 螺纹参数 ” 选项卡

2. “ 螺纹加工参数 ” 选项卡

单击“ 螺纹加工参数 ” 选项卡，可设置螺纹加工参数，如图 3-24 所示。

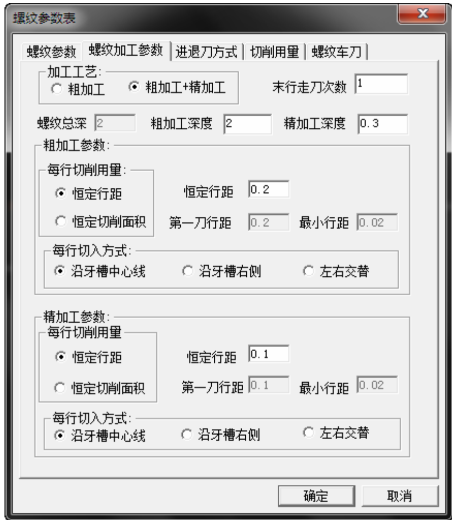


图 3-24　“ 螺纹加工参数 ” 选项卡

各螺纹加工参数含义说明如下：

（1）加工工艺

- 【粗加工】：指直接采用粗切方式加工螺纹。
- 【粗加工+精加工】：指根据指定的粗加工深度进行粗切后，再采用精切方式（如采用更小的行距）切除剩余余量（精加工深度）。

（2）末刀走刀次数　为提高加工质量，最后一个切削行有时需要重复走刀多次，此时需要指定重复走刀次数。

（3）深度

- 【螺纹总深】：螺纹粗加工和精加工总的切深量。
- 【粗加工深度】：螺纹粗加工的切深量。
- 【精加工深度】：螺纹精加工的切深量。

（4）每行切削用量

- 【恒定行距】：加工时沿恒定的行距进行加工。
- 【恒定切削面积】：为保证每次切削的切削面积恒定，各次切削深度将逐步减小，直至等于最小行距。用户需指定第一刀行距及最小行距。吃刀深度规定如下：第 n 刀的吃刀深度为第一刀吃刀深度的 $\sqrt{n}$ 倍。

（5）每行切入方式　指刀具在螺纹始端切入时的切入方式。刀具在螺纹末端的退出方式与切入方式相同。

- 【沿牙槽中心线】：切入时沿牙槽中心线。
- 【沿牙槽右侧】：切入时沿牙槽右侧。
- 【左右交替】：切入时沿牙槽左右交替。

第 4 章　CAXA 数控车仿真实例

本章通过实例讲解CAXA数控车在实际产品加工中的具体操作过程，主要包括轴类零件、套类零件、槽类零件、螺纹和综合加工类零件。

4.1　轴类零件轮廓车削仿真实例

轴类零件是加工中经常遇到的典型零件之一。它主要用于支承传动零部件，传递转矩和承受载荷。轴类零件是回转体零件，其长度大于直径，一般由同轴的外圆柱面、圆锥面与端面等组成。

4.1.1　零件 CAD 造型

如图 4-1 所示的轴类零件，毛坯为ϕ45mm×60mm 的棒料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

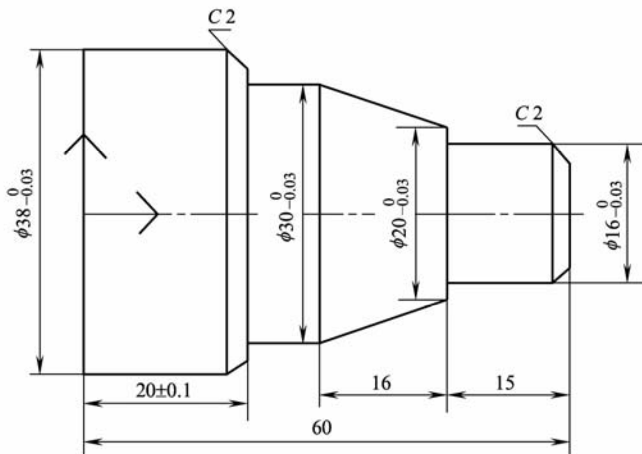


图 4-1　轴类零件

轴类零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1　中心线层”，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层，如图 4-2 所示。

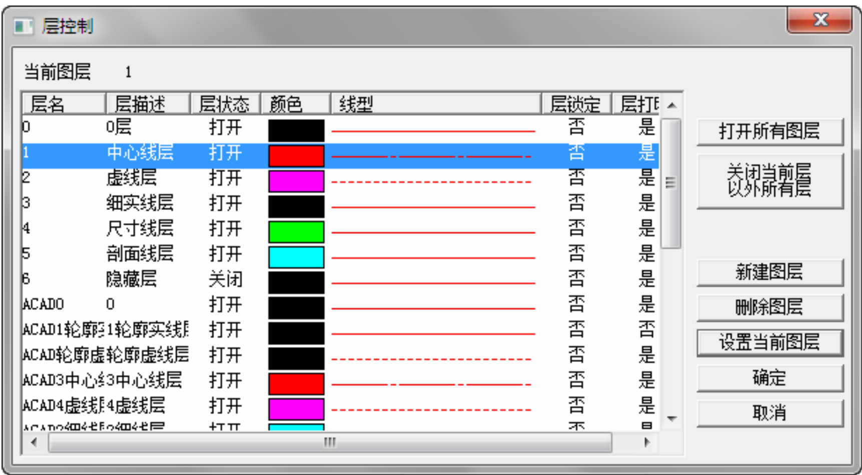


图 4-2 “层控制”对话框

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮 ，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，如图 4-3 所示。



图 4-3　设置立即菜单

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（–5，0）。输入第二点坐标（65，0）。绘制中心线如图 4-4 所示。

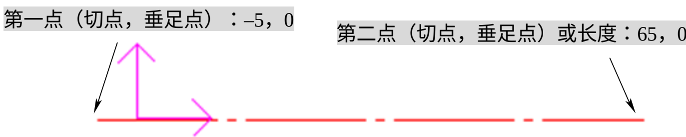


图 4-4　绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，新建一个图层，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮 ，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，如图 4-5 所示。



图 4-5　直线立即菜单选项

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，在屏幕上单击选择原点。系统提示输入第二点，输入坐标（0，19），直线 1 如图 4-6 所示。系统提示输入直线 2 的第二点，输入坐标（20，0），如图 4-7 所示。

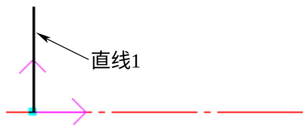


图 4-6　绘制直线 1

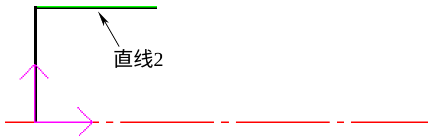


图 4-7　绘制直线 2

4）系统提示输入直线 3 的第二点，输入长度 4，绘制直线 3，接着输入长度 9，绘制直线 4，如图 4-8 所示。单击鼠标右键结束绘制。

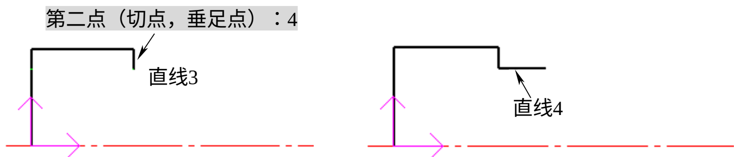


图 4-8　绘制直线 3 和直线 4

5）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（60，0），系统提示输入第二点。输入长度 8，绘制直线 5；输入长度 15，绘制直线 6；输入长度 2，绘制直线 7。结果如图 4-9 所示。

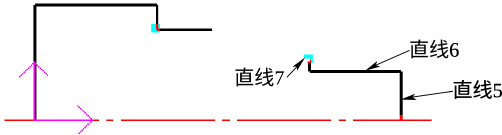


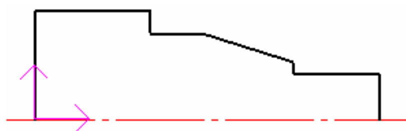
图 4-9　绘制直线

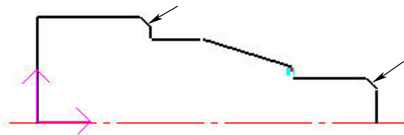
6）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“非正交”，启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，捕捉如图 4-10 所示端点绘制直线。

4．绘制倒角

选择下拉菜单“修改”→“过渡”命令，或在“编辑”工具栏单击“过渡”按钮，在

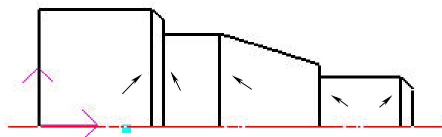
立即菜单中选择“倒角”，选择如图 4-11 所示的边倒角 2mm×45°。


图 4-10　绘制直线


图 4-11　创建倒角

5．绘制垂线

选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”。系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，依次选择端点和垂直绘制垂线，如图 4-12 所示。


图 4-12　绘制垂线

6．镜像操作

选择下拉菜单“修改”→“镜像”命令，或在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，框选所有图形元素，拾取到的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”，用鼠标拾取中心线并作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-13 所示。

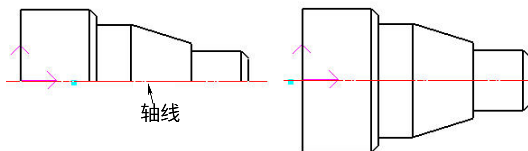


图 4-13　镜像操作

4.1.2　零件 CAM 仿真加工

下面对所绘制的阶梯轴进行 CAM 数控仿真加工，为了进行数控车首先要进行图形修改和编辑，然后才能进行 CAM 加工。

1．修改图形为 CAM 做好准备

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-14 所示，然后利用直线工具绘制如图 4-15 所示的图形。

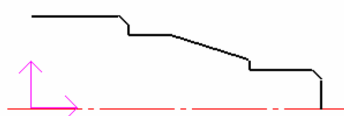


图 4-14　删除元素

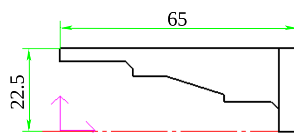


图 4-15　绘制直线

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框。

1）单击“轮廓车刀”选项卡，单击“增加刀具”按钮，在弹出的“增加轮廓车刀”对话框中设置。刀具名：外圆车刀；刀具号：1；刀柄长度：40；刀柄宽度：15；刀角长度：10；刀尖半径：1；刀具前角：80；刀具后角：10；轮廓车刀类型：外轮廓车刀；刀具偏置方向：左偏。设置结果如图 4-16 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

2）单击“轮廓车刀”选项卡，单击“增加刀具”按钮，在弹出的“增加轮廓车刀”对话框中设置。刀具名：端面车刀；刀具号：2；刀柄长度：40；刀柄宽度：15；刀角长度：10；刀尖半径：1；刀具前角：75；刀具后角：15；轮廓车刀类型：端面车刀；刀具偏置方向：左偏。设置结果如图 4-17 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

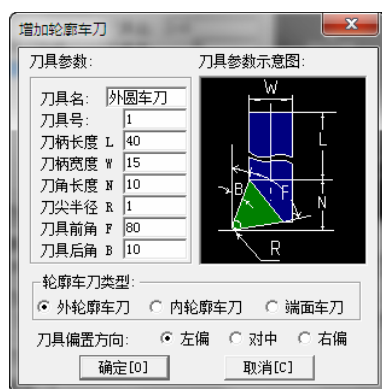


图 4-16　增加轮廓车刀



图 4-17　增加轮廓车刀

3．端面车削加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓粗车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“粗车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数。加工表面类型：端面；加工精度：0.02；加工余量：0；加工角度：270；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：10；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：否；退刀时沿轮廓走刀：是；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿。设置结果如图 4-18 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数。每行相对毛坯进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=10，角度 A=0；每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，l=10，角度

A=0；每行相对毛坯退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=10，角度 A=45，快速退刀距离：L=5。设置结果如图 4-19 所示。

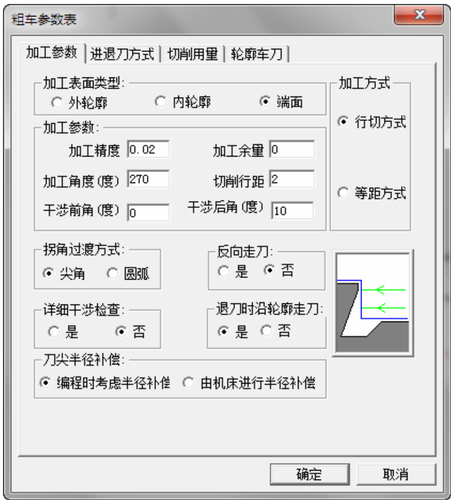


图 4-18　端面粗车加工参数设定

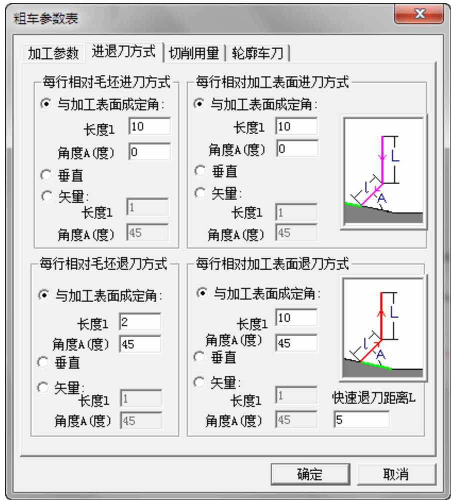


图 4-19　端面粗车进退刀方式参数设定

3）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数。进退刀时快速走刀：否；进刀量=50，单位 mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：250；样条拟合方式：圆弧拟合。设置结果如图 4-20 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”列表框中直接单击“端面车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的端面车刀，具体参数显示如图 4-21 所示。

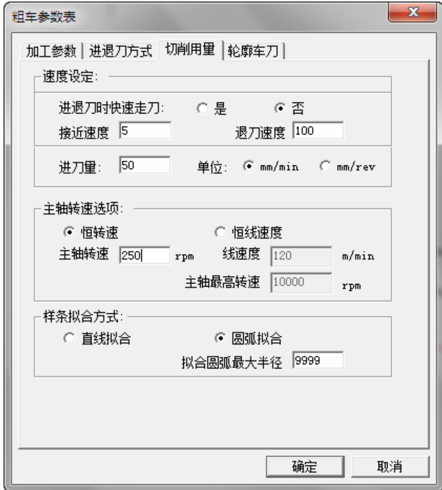


图 4-20　端面粗车切削用量参数设定

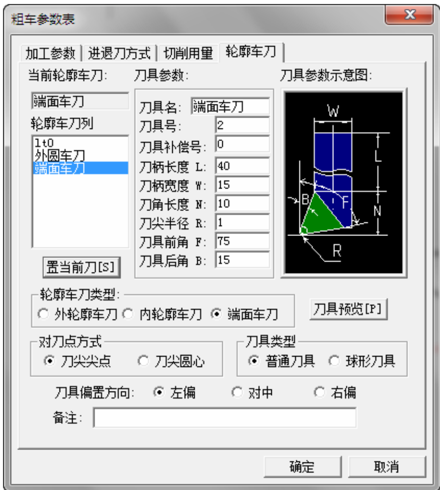


图 4-21　端面粗车刀具参数设定

5）拾取加工轮廓。

- 当单击“粗车参数表”对话框中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓。单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取被加工工件表面轮廓，如图 4-22 所示，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。
- 系统接着提示用户拾取毛坯轮廓，仍然以“单个拾取”方式依次选取 3 条线段，如图 4-23 所示，然后单击鼠标右键结束毛坯轮廓的拾取。

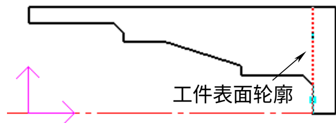


图 4-22 拾取被加工工件表面轮廓

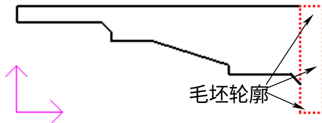


图 4-23 拾取毛坯轮廓

6）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-24 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-25 所示。

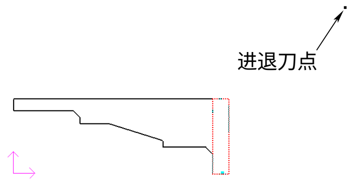


图 4-24 选择进退刀点

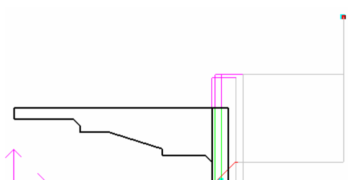


图 4-25 粗车加工端面轨迹

8）轨迹仿真。选择下拉菜单“数控车”→“轨迹仿真”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轨迹仿真”按钮，系统在“命令提示”栏中显示“拾取刀具轨迹”，然后单击立即菜单，在立即菜单选项中选择“动态”，并设定步长大于0。单击已经生成的加工轨迹，轨迹变成红色表示被选中，然后单击鼠标右键结束选取，系统便弹出“轨迹仿真控制条”。单击开始键开始仿真，如图 4-26 所示。

9）隐藏生成的刀具轨迹。为了方便选取轮廓，应隐藏生成的刀具轨迹。选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“层控制”按钮，系统弹出“层控制”对话框。将端面加工所在的层关闭，如图 4-27 所示。单击“确定”按钮，即可完成隐藏生成的刀具轨迹的设置。

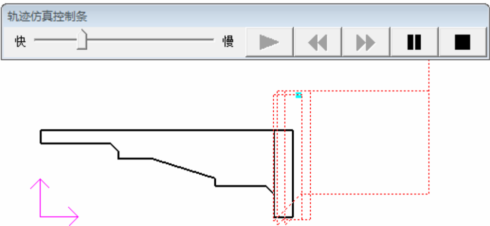


图 4-26 粗车加工端面轨迹仿真结果

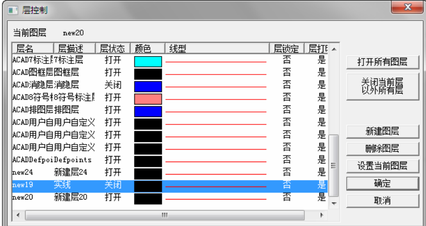


图 4-27 “层控制”对话框


注意

对生成的轨迹不满意可以用参数修改功能对轨迹的各种参数进行修改，以生成新的加工轨迹。在“数控车”子菜单区中选取“参数修改”菜单项，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“参数修改”按钮，则提示用户拾取要进行参数修改的加工轨迹。拾取轨迹后将弹出该轨迹的参数表供用户修改。参数修改完毕单击“确定”按钮，即依据新的参数重新生成轨迹。

4．粗车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓粗车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“粗车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数。加工表面类型：外轮廓；加工精度：0.02；加工余量：0.5；加工角度：180；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：10；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：否；退刀时沿轮廓走刀：否；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿；加工方式：行切方式。设置结果如图 4-28 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数。每行相对毛坯进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对毛坯退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；快速退刀距离 L=5。设置结果如图 4-29 所示。

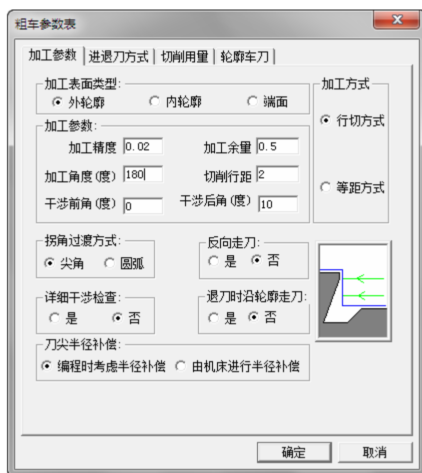


图 4-28　粗车加工参数设定

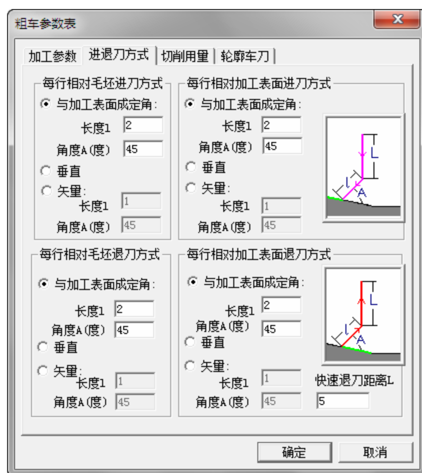


图 4-29　粗车外圆进退刀方式参数设定

3）单击“切削用量”选项卡，设置具体参数。进退刀时快速走刀：否；接近速度：5；退刀速度：100；进刀量=60；单位：mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：300；样条拟合方式：圆弧拟合。设置结果如图 4-30 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”的列表框中直接单击“外圆车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出刀具库中设置的外圆车刀。具体参数设置如图 4-31 所示。

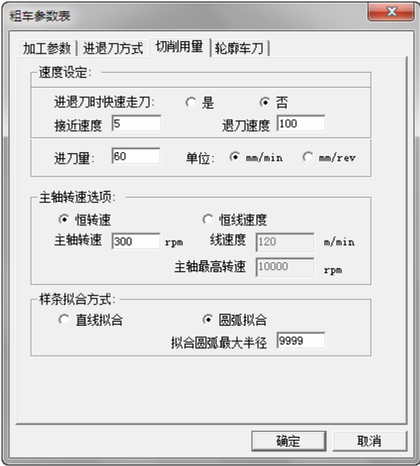


图 4-30　粗车外圆切削用量参数设定



图 4-31　粗车外圆车刀参数设定

5）拾取加工轮廓。

- 当单击“粗车参数表”对话框中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“限制链拾取”方式，拾取被加工工件表面轮廓，如图 4-32 所示。
- 系统接着提示用户拾取毛坯轮廓，仍然以“限制链拾取”方式依次选取如图 4-33 所示线段。

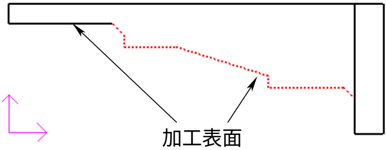


图 4-32　拾取被加工工件表面轮廓

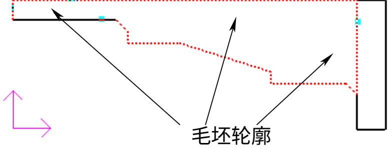


图 4-33　拾取毛坯轮廓

6）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-34 所示。要保证选取的点在进、退刀时不会与工件发生干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-35 所示。

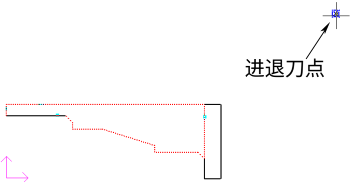


图 4-34　选择进退刀点

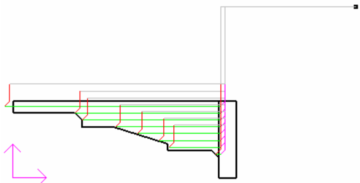


图 4-35　粗车加工外圆轨迹

5．精车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓精车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓精车”按钮，系统弹出“精车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数。加工表面类型：外轮廓；加工精度：0.02；

加工余量：0；切削行数：1；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：10；最后一行加工次数：1；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：是；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿。设置结果如图 4-36 所示。

2）单击“ 进退刀方式 ”选项卡，设置具体参数。每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：与加工表面成定角；长度 l=2，角度 A=45。设置结果如图 4-37 所示。

3）单击“ 切削用量 ”选项卡，设置切削用量具体参数。接近速度=5，退刀速度=100；进刀量=80，单位：mm/min；主轴转速：500；样条拟合方式：圆弧拟合。设置结果如图 4-38 所示。

4）单击“ 轮廓车刀 ”选项卡，在“ 轮廓车刀列 ”列表框中直接单击“ 外圆车刀 ”，使它变为蓝色，然后单击“ 置当前刀 ”按钮，即调出刀具库中设置的外圆车刀。具体参数显示如图 4-39 所示。

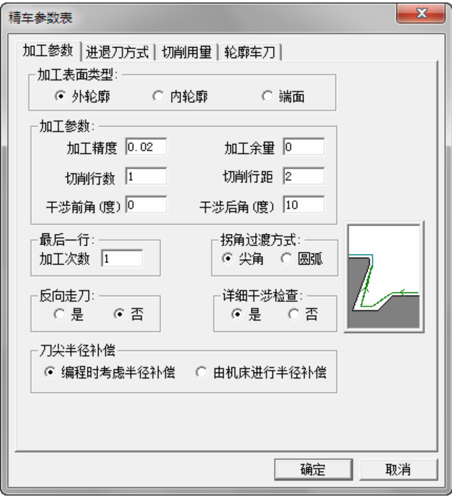


图 4-36　精车外圆加工参数设定

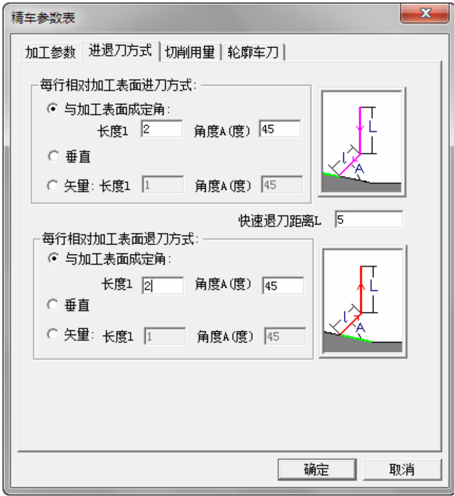


图 4-37　精车外圆进退刀方式参数设定

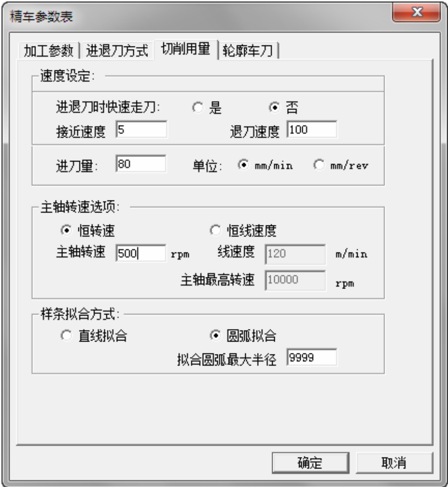


图 4-38　精车外圆切削用量参数设定



图 4-39　精车外圆轮廓车刀参数设定

5）拾取加工轮廓。当单击精车参数表中的“ 确定 ”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾

取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“限制链拾取”方式，拾取精加工工件表面轮廓，如图 4-40 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

6）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-41 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

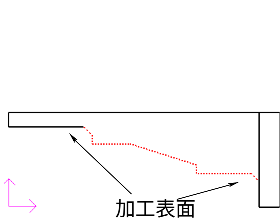


图 4-40　拾取精加工表面轮廓

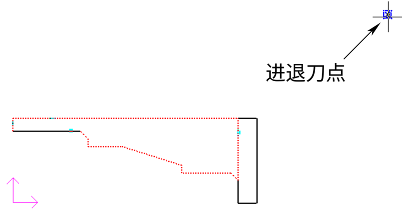


图 4-41　拾取进退刀点

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-42 所示。

4.1.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

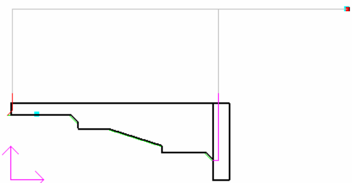


图 4-42　精车加工外圆轨迹

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-43 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-44 所示。

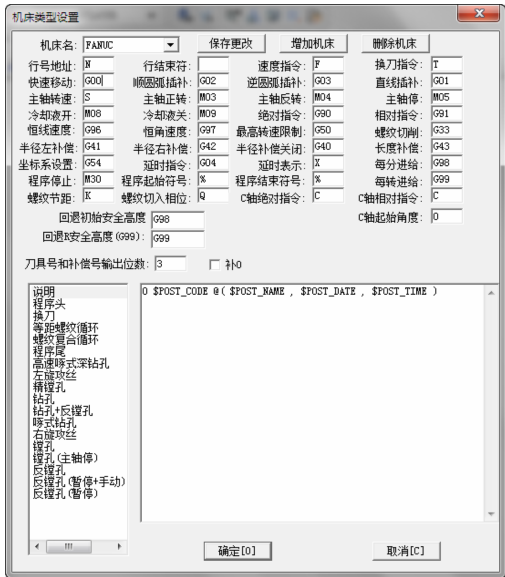


图 4-43　“机床类型设置”对话框

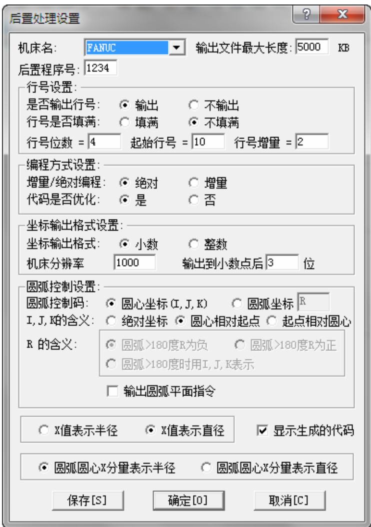


图 4-44　“后置处理设置”对话框

3）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”功能项，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“生成代码”按钮，弹出“生成后置代码”对话框，输入所需后置程序文件名，如图 4-45 所示。

4）单击“确定”按钮，系统接着提示拾取加工轨迹。拾取所有加工轨迹后，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序，如图 4-46 所示。

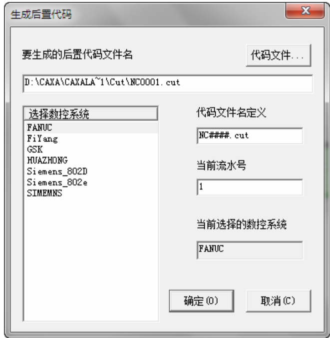


图 4-45　“生成后置代码”对话框

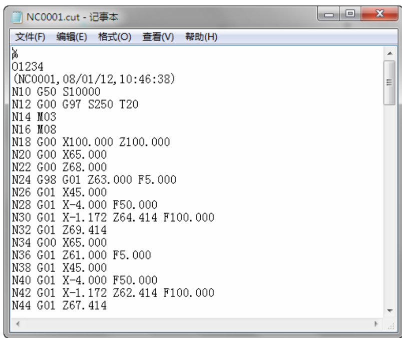


图 4-46　生成的数控程序

4.2　套类零件轮廓车削仿真实例

套类零件一般是轴向尺寸较短的回转体类零件，其在机器中应用较为广泛，主要用来支承、连接和密封零部件。套类零件主要由外圆柱面、内圆柱面以及端面、沟槽、螺纹组成。

4.2.1　零件 CAD 造型

如图 4-47 所示的套类零件，毛坯为 ϕ80mm×40mm 的棒料，材料为 45 钢，外圆表面完成加工，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

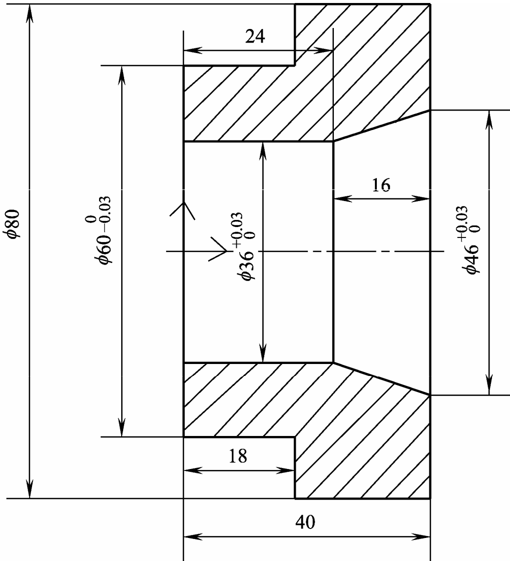


图 4-47　套类零件

套类零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1　中心线层”，单击“设置当前图层”按钮，将其设置成当前图层，如图 4-48 所示。

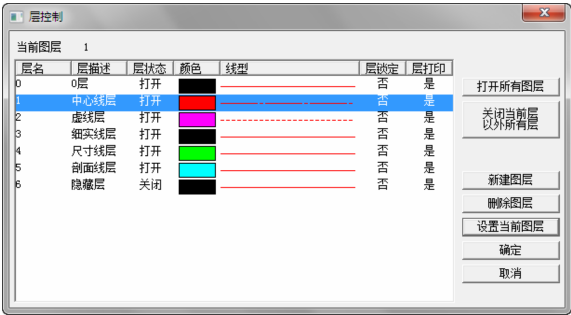


图 4-48　“层控制”对话框

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，如图 4-49 所示。

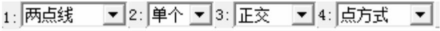


图 4-49　设置立即菜单

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。输入坐标（–5，0）。输入第二点坐标（45，0），绘制中心线如图 4-50 所示。

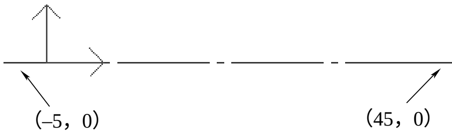


图 4-50　绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，新建一个图层，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，如图 4-51 所示。

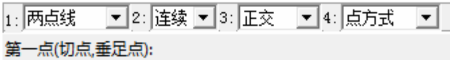
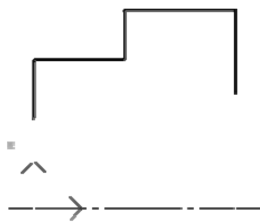


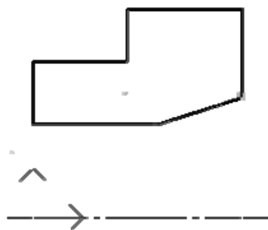
图 4-51　直线立即菜单选项

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。输入坐标（0，18），系统提示输入第二点坐标。连续输入坐标（0，30），（18，30），（18，40），（40，23），单击

鼠标右键完成直线绘制，如图 4-52 所示。

4）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“非正交”，输入坐标（0，18），（18，24）和（40，23），如图 4-53 所示。


图 4-52　绘制直线 1

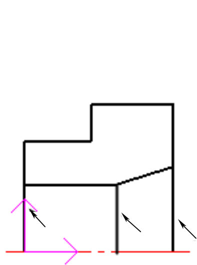

图 4-53　绘制直线 2

4．绘制垂线

选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点坐标。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，依次选择端点绘制垂线，如图 4-54 所示。

5．镜像操作

选择下拉菜单“修改”→“镜像”命令，或在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，框选所有图形元素。拾取到的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”。用鼠标拾取中心线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-55 所示。


图 4-54　绘制垂线

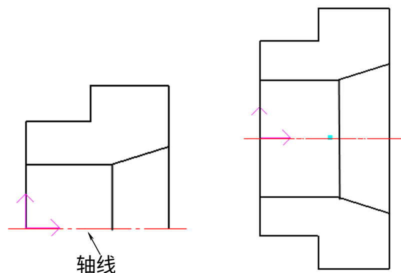


图 4-55　镜像操作

4.2.2　零件 CAM 仿真加工

下面对所绘制的套类零件进行 CAM 数控仿真加工。进行数控车首先要进行图形修改和编辑，然后才能进行 CAM 加工。

1．修改图形

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-56 所示。然后利用直线工具绘制如

图 4-57 所示的图形。

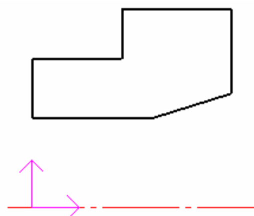


图 4-56 删除元素

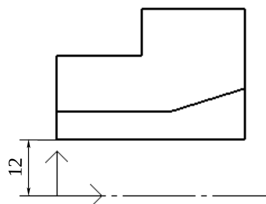


图 4-57 绘制直线

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框。

1）设置增加钻头。单击“钻孔刀具”选项卡，然后再单击“增加刀具”按钮，弹出“增加钻孔刀具”对话框，设置参数如图 4-58 所示。单击“确定”按钮，完成增加钻孔刀具参数设置。

2）设置增加内孔车刀。单击“轮廓车刀”选项卡，然后再单击“增加刀具”按钮，弹出“增加轮廓车刀”对话框，刀具名：内孔车刀；刀具号：4；刀柄长度：150；刀柄宽度 10；刀角长度：10；刀尖半径：0.5；刀具前角：85；刀具后角：5；轮廓车刀类型：内轮廓车刀；刀具偏置方向：左偏，如图 4-59 所示。单击“确定”按钮，完成增加轮廓车刀参数设置。

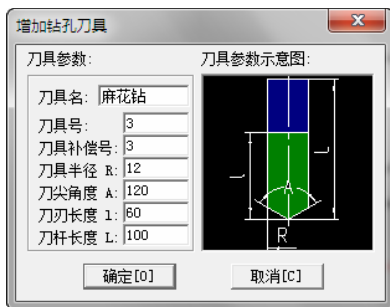


图 4-58 “增加钻孔刀具”对话框

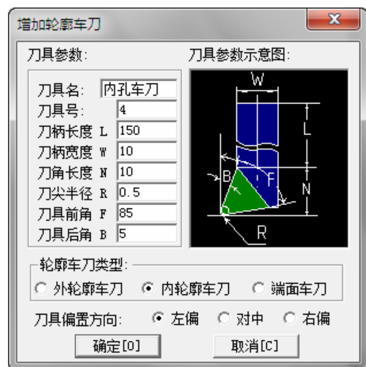


图 4-59 “增加轮廓车刀”对话框

3．钻孔加工

选择下拉菜单“数控车”→“钻中心孔”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“钻孔参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置参数，钻孔模式：钻孔；钻孔深度：45；暂停时间（秒）：1，其他参数如图 4-60 所示。

2）单击“钻孔刀具”选项卡，在“钻孔刀具列表”列表框中直接单击“麻花钻”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出刀具库中设置的钻孔刀具，具体参数显示如图 4-61 所示。

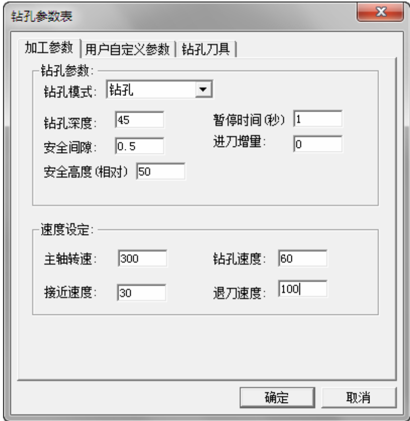


图 4-60　钻孔参数设定

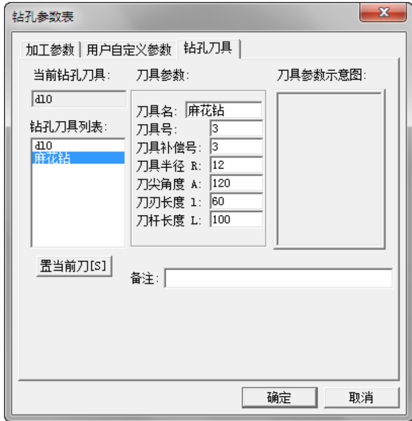


图 4-61　钻孔刀具参数设定

3）生成刀具轨迹。单击“确定”按钮后，系统提示：拾取钻孔起始点，输入坐标（40，0）作为钻孔位置的起始点，则在轴线上形成钻孔刀具轨迹（一条红色的轨迹线），如图 4-62 所示。

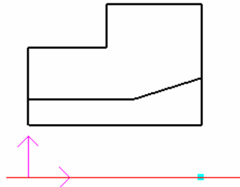


图 4-62　钻孔刀具轨迹

4．内孔粗车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓粗车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“粗车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，选择加工表面类型为内轮廓，其他参数如图 4-63 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数如图 4-64 所示。

3）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数。速度设定：接近速度=5，退刀速度=50；进刀量=30，单位：mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：150；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-65 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”列表框中直接单击“内孔车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出刀具库中设置的内孔车刀。具体参数设置如图 4-66 所示。

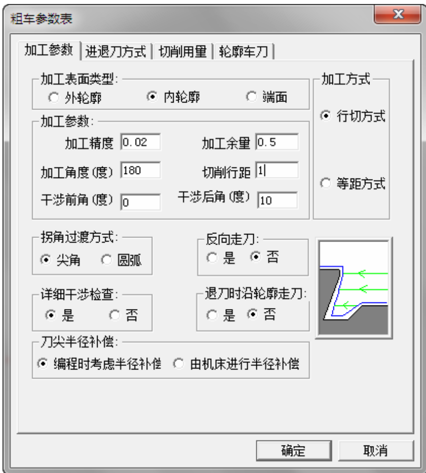


图 4-63　粗车加工参数设定

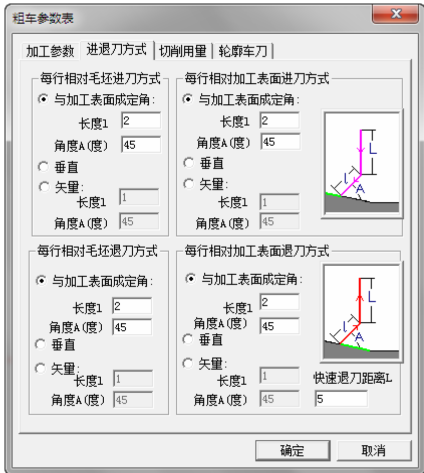


图 4-64　粗车内孔进退刀方式参数设定

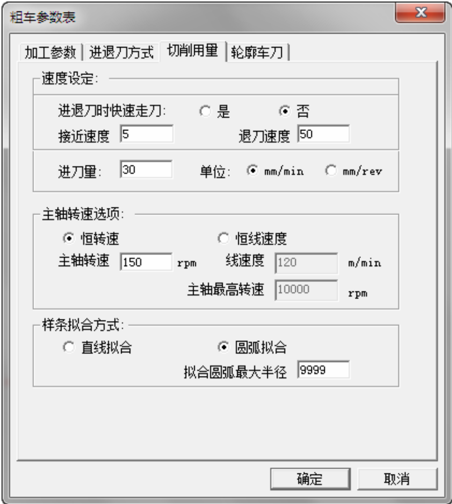


图 4-65 粗车内孔切削用量参数设定

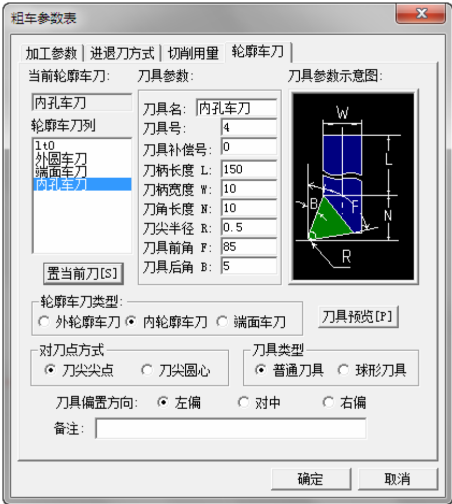


图 4-66 粗车内孔车刀参数设定

5）拾取加工轮廓。

- 当单击“粗车参数表”对话框中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取被加工工件表面轮廓，如图 4-67 所示，单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。
- 系统接着提示用户拾取毛坯轮廓，仍然以“单个拾取”方式依次选取如图 4-68 所示线段，然后单击鼠标右键结束毛坯轮廓的拾取。

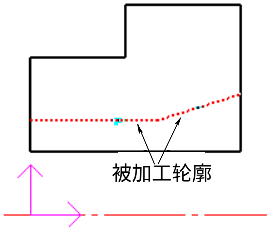


图 4-67 拾取被加工表面轮廓

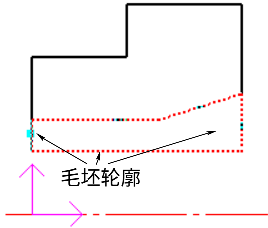


图 4-68 拾取毛坯轮廓

6）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-69 所示。要保证选取的点在进、退刀时不会与工件干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-70 所示。

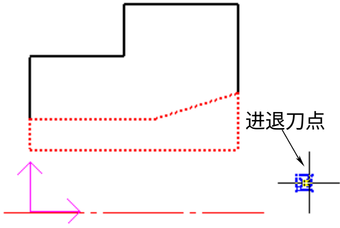


图 4-69 选择进退刀点

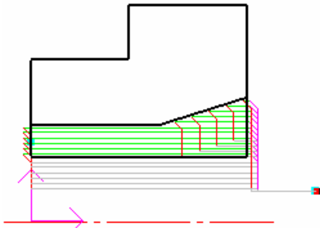


图 4-70 粗车加工内孔轨迹

5．内孔精车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓精车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓精车”按钮，系统弹出“精车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数。加工表面类型：内轮廓；加工精度：0.02；加工余量：0；切削行数：1；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：5；最后一行加工次数：2；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：是；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿，如图 4-71 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数。每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：垂直退刀，如图 4-72 所示。

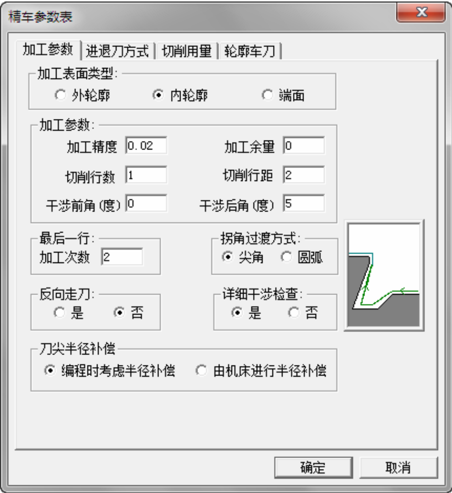


图 4-71　精车内孔加工参数设定

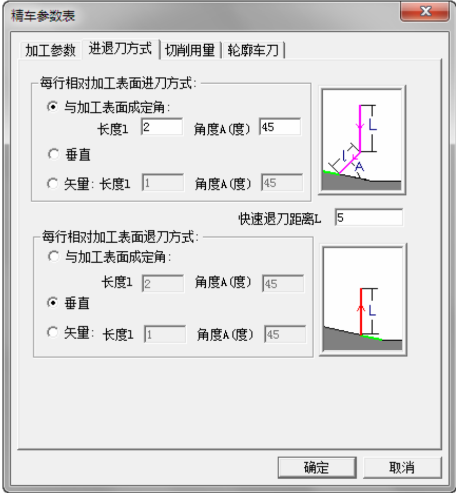


图 4-72　精车内孔进退刀方式参数设定

3）拾取精加工表面轮廓。当单击“精车参数表”对话框中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓。单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取精加工工件表面轮廓，所有选择的线条都变成了红色，如图 4-73 所示，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

4）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-74 所示。要保证选取的点在进、退刀时不会与工件干涉。

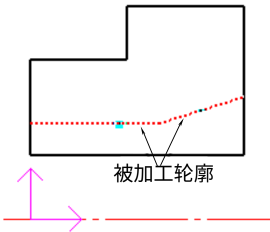


图 4-73　拾取精加工表面轮廓

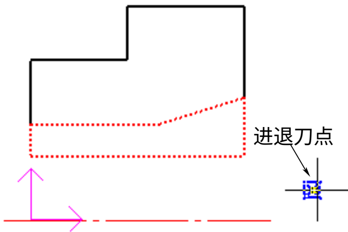


图 4-74　选择进退刀点

5）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-75 所示。

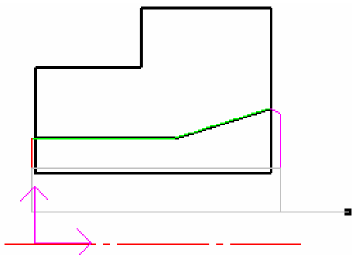


图 4-75　精车加工内孔轨迹

4.2.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-76 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-77 所示。

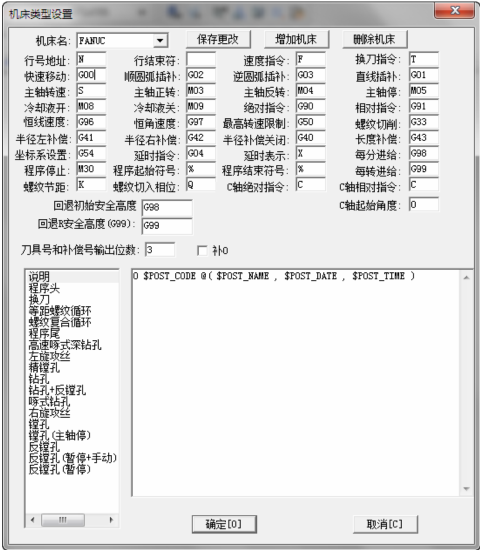


图 4-76　“机床类型设置”对话框

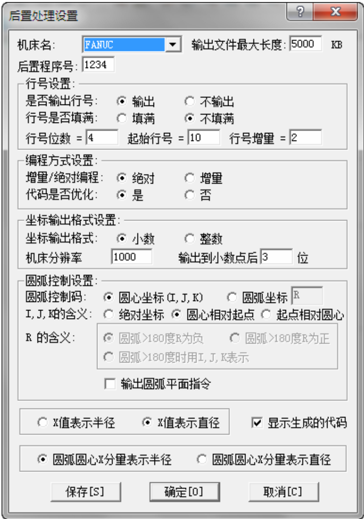


图 4-77　“后置处理设置”对话框

3）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”功能项，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“生成代码”按钮，弹出“生成后置代码”对话框，输入所需后置程序文件名，如图 4-78 所示。

4）单击“确定”按钮，系统接着提示拾取加工轨迹。拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控代码，如图 4-79 所示。



图 4-78 “生成后置代码”对话框

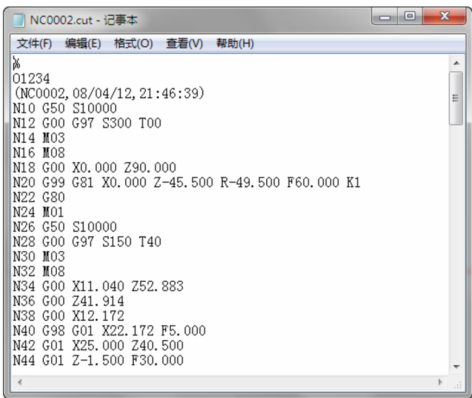


图 4-79　生成的数控代码

4.3　零件切槽仿真实例

槽类零件主要有外圆沟槽、外圆端面槽、内圆沟槽等，主要用于退刀和轴肩部分，其在机器中的应用也较为广泛。

4.3.1　零件 CAD 造型

如图 4-80 所示的槽类零件，毛坯为ϕ50mm×40mm 的棒料，材料为 45 钢，外圆表面完成加工，要求绘制图形并进行槽的数控加工仿真。

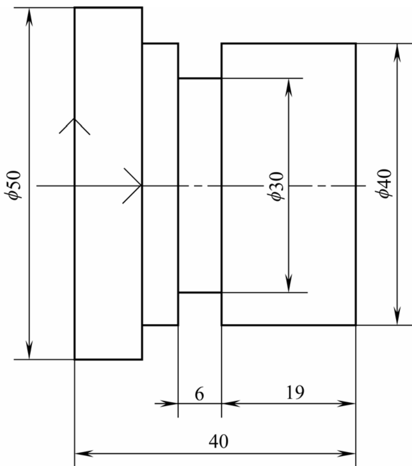


图 4-80　槽类零件

槽类零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1：中心

线层”，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层，如图 4-81 所示。

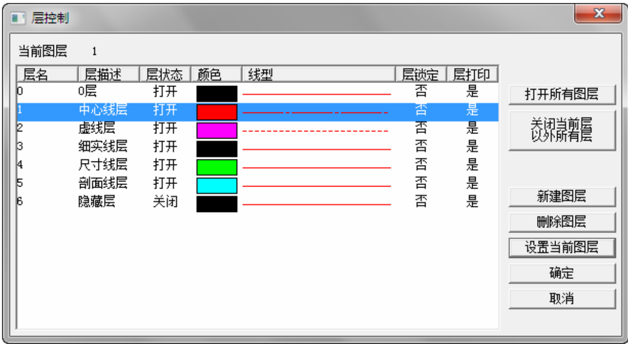


图 4-81 “层控制”对话框

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，如图 4-82 所示。



图 4-82 设置立即菜单

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标为（–5，0），输入第二点（45，0），绘制中心线如图 4-83 所示。

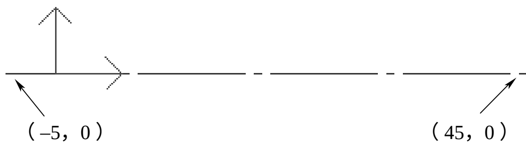


图 4-83 绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，新建一个图层，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，如图 4-84 所示。



图 4-84 直线立即菜单选项

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（0，0），系统提示输入第二点，连续输入坐标为（0，25），（10，25），（15，20），（15，15），（20，15），（20，20），（40，20），（40，0），单击鼠标右键完成直线绘制，如图 4-85 所示。

4．绘制垂线

选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按

钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，依次选择端点和垂直绘制垂线，如图 4-86 所示。

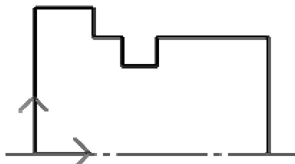


图 4-85　绘制直线

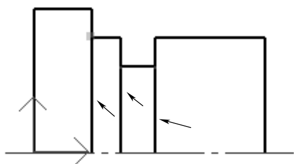


图 4-86　绘制垂线

5．镜像操作

选择下拉菜单“修改”→“镜像”命令，或在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，框选所有图形元素，拾取到的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”，用鼠标拾取中心线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-87 所示。

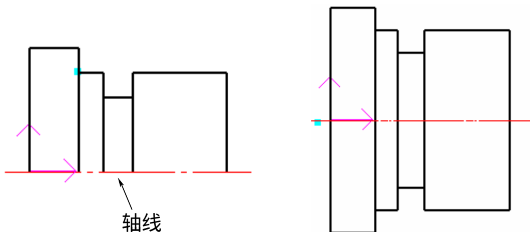


图 4-87　镜像操作

4.3.2　零件 CAM 仿真加工

1．修改图形为 CAM 做好准备

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-88 所示。

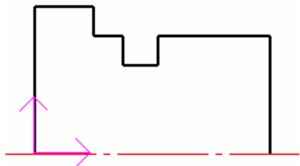


图 4-88　删除元素

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框。

单击“切槽刀具”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加切槽刀具”对话框，设置刀具名：切槽刀具；刀具号：5；其他参数如图 4-89 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

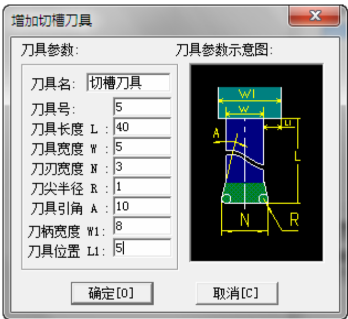


图 4-89　增加切槽车刀

3．切槽加工

选择下拉菜单“数控车”→“切槽”命令，或直接单击

“数控车工具”工具栏中的“切槽”按钮，系统弹出“切槽参数表”对话框。

1）单击“切槽加工参数”选项卡，设置具体参数，切槽表面类型：外轮廓；加工工艺类型：粗加工+精加工，其他参数如图 4-90 所示。

2）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数，进退刀时快速走刀：否；进刀量=20，单位 mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：200；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-91 所示。

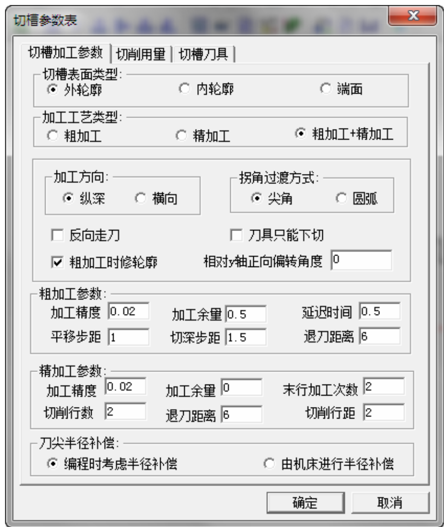


图 4-90 切槽加工参数设定

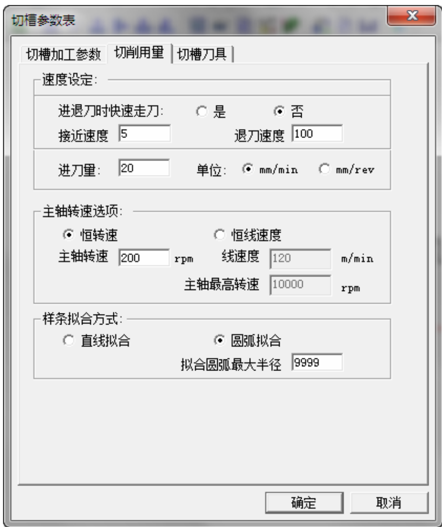


图 4-91 切槽切削用量参数设定

3）单击“切槽刀具”选项卡，在“切槽刀具列表”的列表框中直接单击“切槽刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的切槽刀。

4）拾取切槽加工表面轮廓。当单击切槽参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取切槽加工工件表面轮廓，如图 4-92 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

5）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-93 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

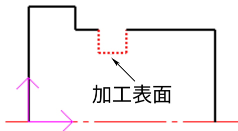


图 4-92 拾取切槽加工表面轮廓

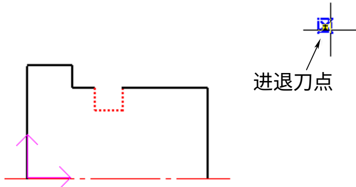


图 4-93 选择进退刀点

6）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-94 所示。

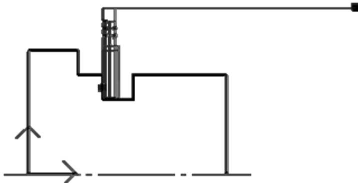


图 4-94　切槽加工轨迹

4.3.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-95 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-96 所示。

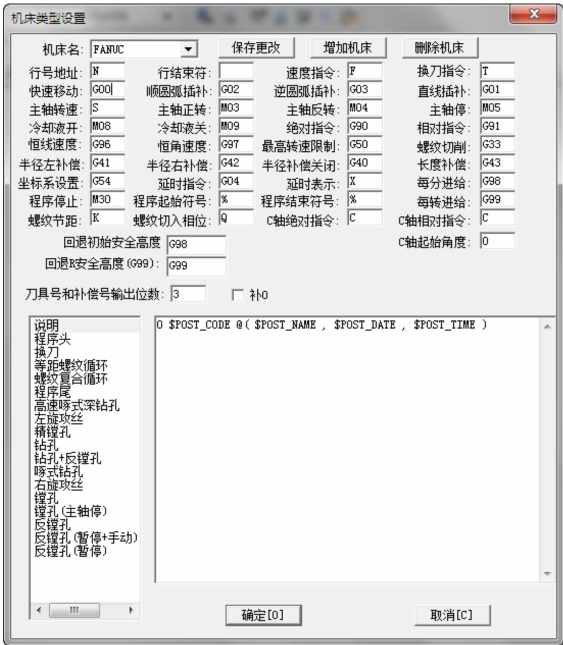


图 4-95　“机床类型设置”对话框

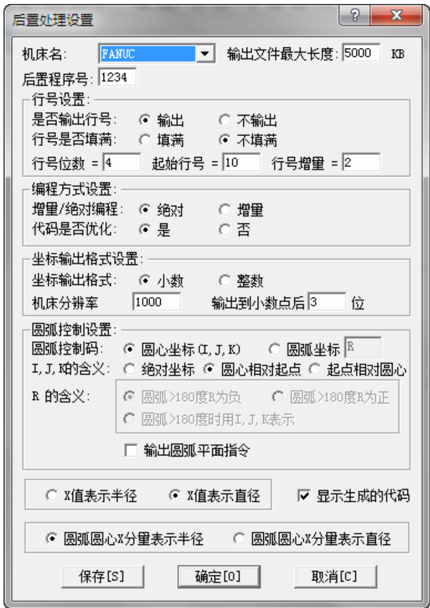


图 4-96　“后置处理设置”对话框

3）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”功能项，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“生成代码”按钮，弹出“生成后置代码”对话框，输入所需后置代码文件名，如图 4-97 所示。

4）单击“确定”按钮，系统接着提示拾取加工轨迹，拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序，如图 4-98 所示。



图 4-97 “生成后置代码”对话框

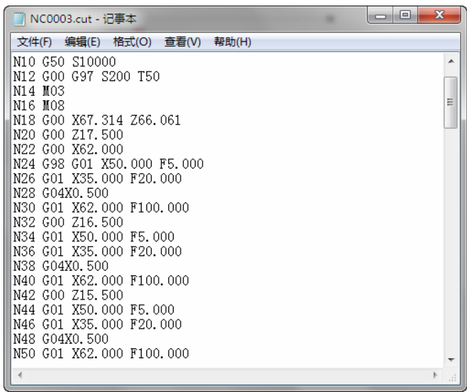


图 4-98 生成的数控程序

4.4 零件螺纹加工仿真实例

数控加工螺纹时，由数控系统控制螺距的大小和精度，从而简化计算，不用手动更换交换齿轮，螺纹的精度高且不会出现乱扣现象。因此螺纹加工是数控车床编程的重要内容之一。

4.4.1 零件 CAD 造型

如图 4-99 所示的套类零件，毛坯尺寸为 ϕ30mm×50mm 的棒料，材料为 45 钢，外圆表面完成加工，要求绘制图形并进行螺纹的数控加工仿真。

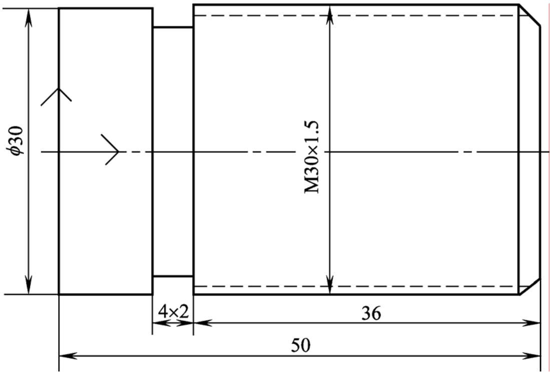


图 4-99 螺纹零件

螺纹零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1：中心线层”，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层，如图 4-100 所示。

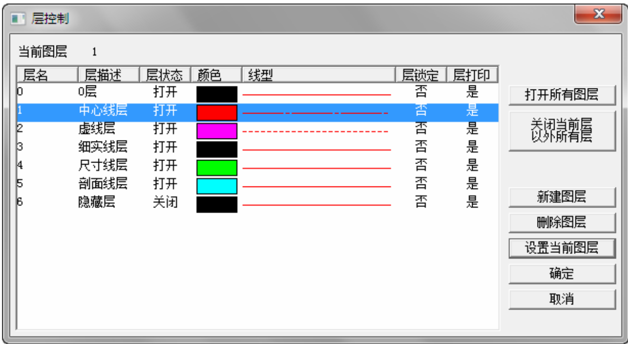


图 4-100　“ 层控制 ” 对话框

2）选择下拉菜单 “ 绘图 ” → “ 直线 ” 命令，或者单击 “ 绘图工具 ” 工具栏上的 “ 直线 ” 按钮，设置立即菜单选项为 “ 单个 ” 和 “ 正交 ”，如图 4-101 所示。



图 4-101　设置立即菜单

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标为（–5，0），输入第二点（55，0），绘制中心线如图 4-102 所示。



图 4-102　绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单 “ 格式 ” → “ 层控制 ” 命令，弹出 “ 层控制 ” 对话框，新建一个图层，单击 “ 设置当前图层 ” 按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单 “ 绘图 ” → “ 直线 ” 命令，或者单击 “ 绘图工具 ” 工具栏上的 “ 直线 ” 按钮，设置立即菜单选项为 “ 连续 ” 和 “ 正交 ”，如图 4-103 所示。

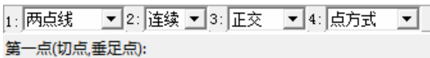


图 4-103　直线立即菜单选项

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（0，0），系统提示输入第二点，连续输入坐标为（0，15），（10，15），（10，13），（14，13），（14，15），（50，15），（50，0），单击鼠标右键完成直线绘制，如图 4-104 所示。

4．绘制倒角

选择下拉菜单 “ 修改 ” → “ 过渡 ” 命令，或在 “ 编辑 ” 工具栏单击 “ 过渡 ” 按钮，在立即菜单中选择 “ 倒角 ”，选择如图 4-105 所示的边倒 2×45 ° 角。

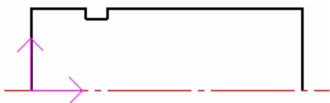


图 4-104　绘制直线

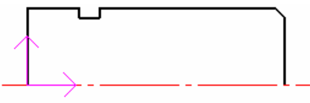


图 4-105　绘制倒角

5．绘制垂线

选择下拉菜单"绘图"→"直线"命令，或者单击"绘图工具"工具栏上的"直线"按钮，设置立即菜单选项为"单个"和"正交"，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角"智能"捕捉功能，依次选择端点和垂直绘制垂线，如图 4-106 所示。

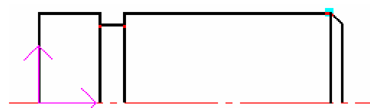


图 4-106　绘制垂线

6．镜像操作

选择下拉菜单"修改"→"镜像"命令，或在"编辑"工具栏单击"镜像"按钮，框选所有图形元素，拾取到的实体变为亮红色显示，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为"选择轴线"，用鼠标拾取中心线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-107 所示。

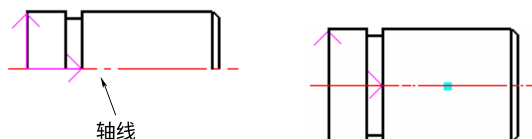


图 4-107　镜像操作

4.4.2　零件 CAM 仿真加工

1．修改图形为 CAM 做好准备

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-108 所示。

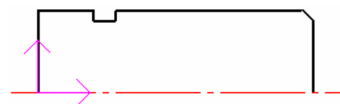


图 4-108　删除元素

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单"数控车"→"刀具库管理"命令，或直接单击"数控车工具"工具栏中的"刀具库管理"按钮，系统弹出"刀具库管理"对话框。

单击"螺纹车刀"选项卡，单击"增加刀具"按钮，弹出"增加螺纹车刀"对话框，设置刀具名：外螺纹车刀；刀具号：6，其他参数如图 4-109 所示。单击"确定"按钮，完成车刀参数设置。

3．外螺纹加工

选择下拉菜单"数控车"→"车螺纹"命令，或直接单击"数控车工具"工具栏中的"车螺纹"按钮。

1) 根据系统提示，依次拾取螺纹的起点和终点，如图 4-110 所示。拾取完毕，系统弹出"螺纹参数表"对话框。前面拾取点的坐标同时显示在螺纹参数表中。

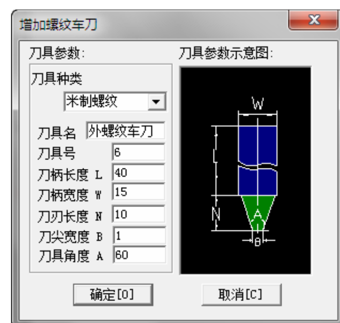


图 4-109　增加螺纹车刀

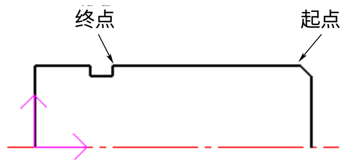


图 4-110　拾取螺纹起点和终点

2）单击“螺纹参数”选项卡，设置具体参数，螺纹类型：外轮廓；螺纹长度：38；螺纹牙高：0.974；螺纹头数：1；螺纹节距：恒定节距，节距为 1.5，如图 4-111 示。

3）单击“螺纹加工参数”选项卡，设置具体参数，加工工艺：粗加工+精加工，其他参数如图 4-112 所示。

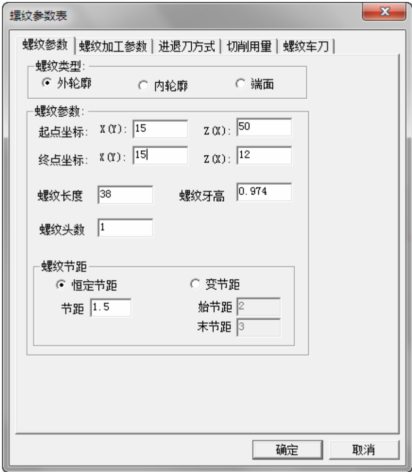


图 4-111　螺纹参数设定

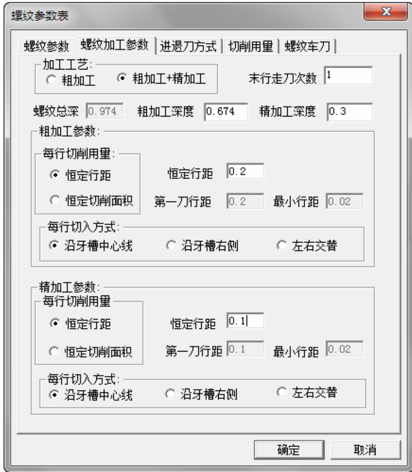


图 4-112　螺纹加工参数设定

4）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数，进刀/退刀方式：矢量，其他参数如图 4-113 所示。

5）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数，进刀量：10，单位：mm/min；主轴转速：100，如图 4-114 所示。

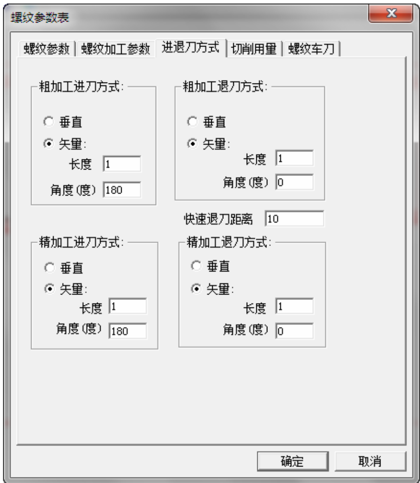


图 4-113　螺纹切削进退刀方式参数设定

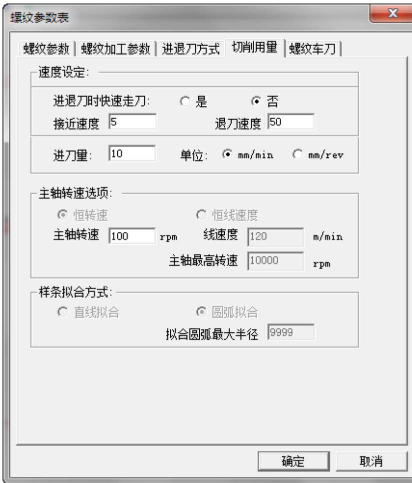


图 4-114　车螺纹切削用量参数设定

6）单击“螺纹车刀”选项卡，在“螺纹车刀列表”的列表框中直接单击“螺纹车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出刀具库中设置的螺纹车刀。

7）选择进退刀点

指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-115 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

8）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-116 所示。

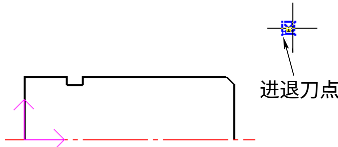


图 4-115　选择进退刀点

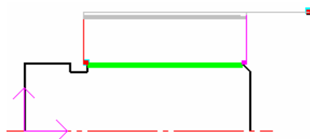


图 4-116　螺纹刀具加工轨迹

4.4.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-117 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-118 所示。

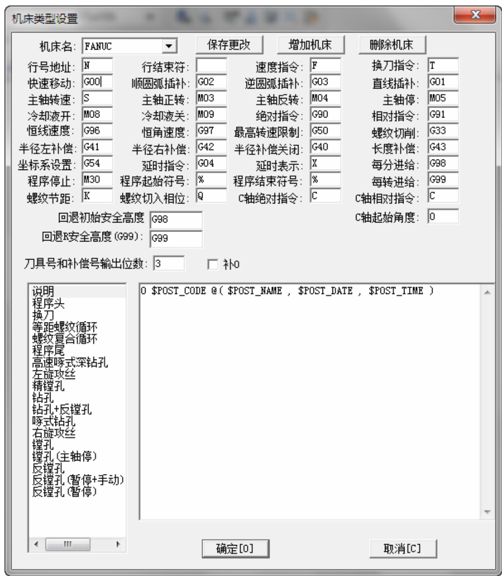


图 4-117　“机床类型设置”对话框

图 4-118　“后置处理设置”对话框

3）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”功能项，或直接单击“数控车工具”工具

栏中的“生成代码”按钮，弹出“生成后置代码”对话框，输入所需后置程序文件名，如图 4-119 所示。

4）单击“确定”按钮，系统接着提示拾取加工轨迹，拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序，如图 4-120 所示。

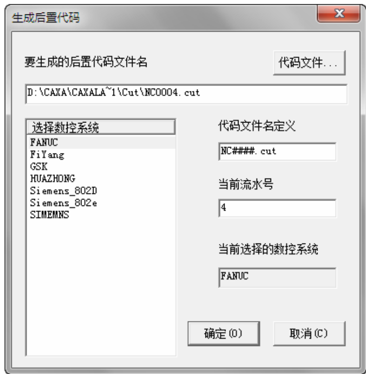
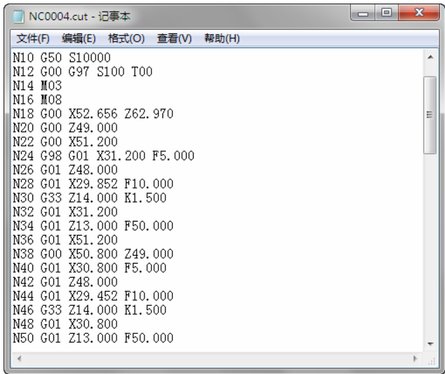


图 4-119　“生成后置代码”对话框




```
N10 G50 S10000
N12 G00 G97 S100 T00
N14 M03
N16 M08
N18 G00 X52.656 Z62.970
N20 G00 Z49.000
N22 G00 X51.200
N24 G98 G01 X31.200 F5.000
N26 G01 Z48.000
N28 G01 X29.852 F10.000
N30 G33 Z14.000 K1.500
N32 G01 X31.200
N34 G01 Z13.000 F50.000
N36 G01 X51.200
N38 G00 X50.800 Z49.000
N40 G01 X30.800 F5.000
N42 G01 Z48.000
N44 G01 X29.452 F10.000
N46 G33 Z14.000 K1.500
N48 G01 X30.800
N50 G01 Z13.000 F50.000
```

图 4-120　生成的数控程序

4.5　综合仿真实例 1

如图 4-121 所示的轴类零件，毛坯尺寸为ϕ50mm×50mm 的棒料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

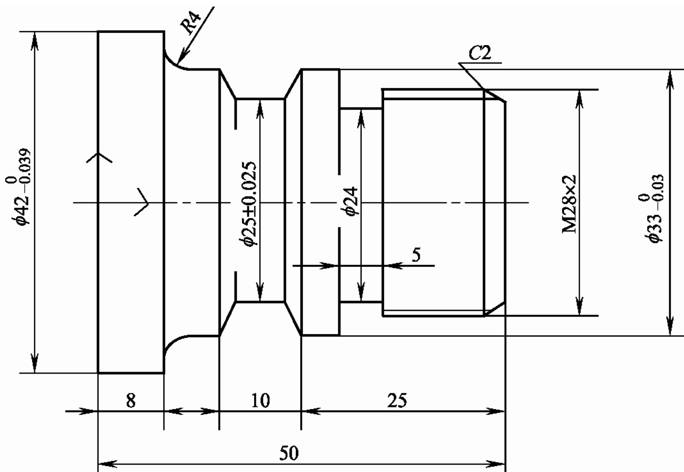


图 4-121　梯形槽轴零件

4.5.1　零件 CAD 造型

梯形轴零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1：中心线层”，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层，如图 4-122 所示。

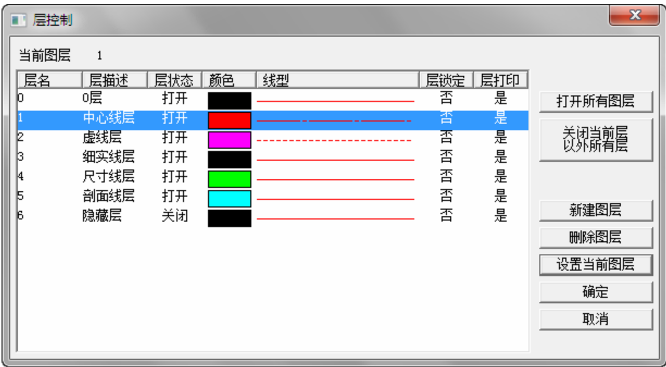


图 4-122　“层控制”对话框

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，如图 4-123 所示。

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标为（–5，0），输入第二点（55，0），绘制中心线如图 4-124 所示。

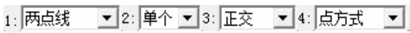


图 4-123　设置立即菜单

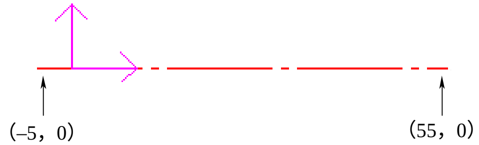


图 4-124　绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，新建一个图层，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，如图 4-125 所示。

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（0，0），系统提示输入第二点，连续输入坐标为（0，21），（8，21），（8，16.5），（30，16.5），（30，12），（35，12），（35，14），（50，14），（50，0），单击鼠标右键完成直线绘制，如图 4-126 所示。

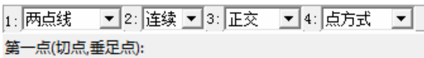


图 4-125　直线立即菜单选项

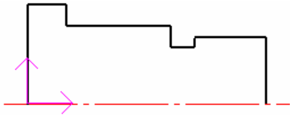


图 4-126　绘制直线

4．绘制槽轮廓

1）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“非正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（15，16.5），（17，12.5），（20，12.5），单击鼠标右键完成直线绘制，如图 4-127 所示。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，绘制一条辅助线，如图 4-128 所示。

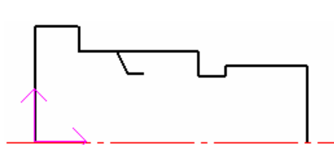


图 4-127　绘制直线

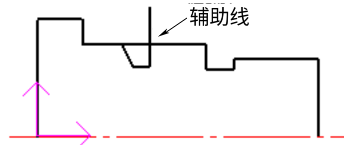
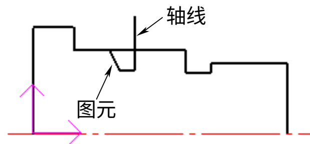


图 4-128　绘制辅助线

3）在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，选择如图 4-129 所示的元素，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”，用鼠标拾取图 4-129 所示的直线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像。

4）利用删除和修剪功能删除多余图元，如图 4-130 所示。



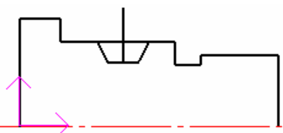


图 4-129　镜像操作

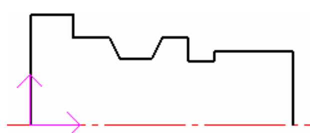


图 4-130　删除和修剪图元

5．绘制倒角和圆角

1）选择下拉菜单“修改”→“过渡”命令，或在“编辑”工具栏单击“过渡”按钮，在立即菜单中选择“倒角”，选择如图 4-131 所示的边倒 2×45°角。

2）选择下拉菜单“修改”→“过渡”命令，或在“编辑”工具栏单击“过渡”按钮，在立即菜单中选择“圆角”，选择如图 4-132 所示的边倒 R4 圆角。

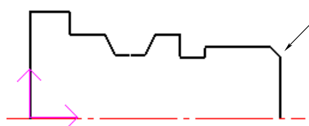


图 4-131　创建倒角

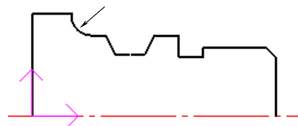


图 4-132　创建圆角

6．绘制垂线

选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，依次选择端点和垂直绘制垂线，如图 4-133 所示。

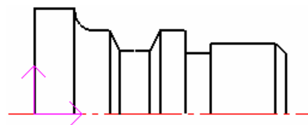


图 4-133　绘制垂线

7．镜像操作

选择下拉菜单“修改”→“镜像”命令，或在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，框选所有图形元素，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”，用鼠标拾取中心线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-134 所示。

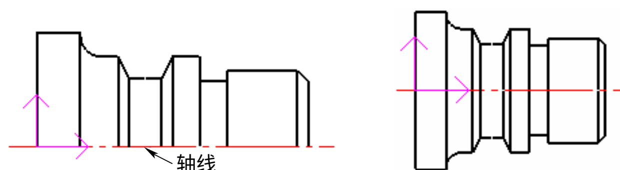


图 4-134 镜像操作

4.5.2 零件 CAM 仿真加工

1．修改图形为 CAM 做好准备

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-135 所示。然后利用直线工具绘制如图 4-136 所示的图形。

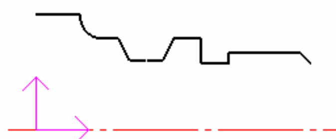


图 4-135 删除元素

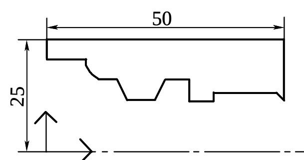


图 4-136 绘制直线

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框。

1）单击“轮廓车刀”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加轮廓车刀”对话框。设置刀具名：外圆车刀；刀具号：1；刀柄长度：40；刀柄宽度：15；刀角长度：10；刀尖半径：1；刀具前角：80；刀具后角：10；轮廓车刀类型：外轮廓车刀；刀具偏置方向：左偏，如图 4-137 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

2）单击“切槽刀具”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加切槽车刀”对话框，设置刀具名：切槽刀具；刀具号：5；其他参数如图 4-138 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

3）单击“螺纹车刀”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加螺纹车刀”对话框，设置刀具名：外螺纹车刀；刀具号：6，其他参数如图 4-139 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

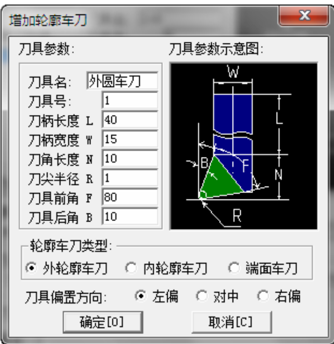


图 4-137　增加轮廓车刀

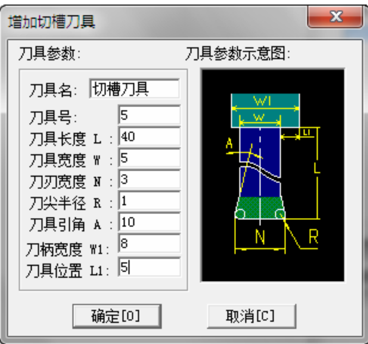


图 4-138　增加切槽刀具

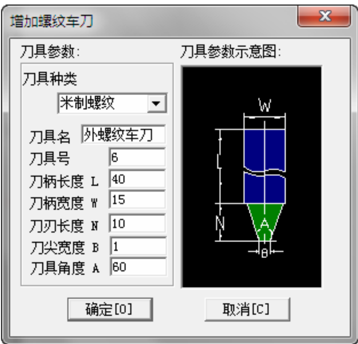


图 4-139　增加螺纹车刀

3．粗车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓粗车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“粗车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数，加工表面类型：外轮廓；加工精度：0.02；加工余量：0.5；加工角度：180；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：10；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：否；退刀时沿轮廓走刀：否；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿；加工方式：行切方式，如图 4-140 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数，每行相对毛坯进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角；每行相对毛坯退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=90；每行相对加工表面退刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=90；快速退刀距离：L=5，如图 4-141 所示。

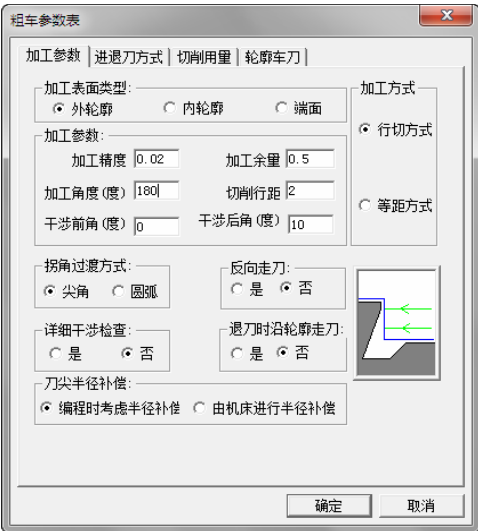


图 4-140　粗车加工参数设定

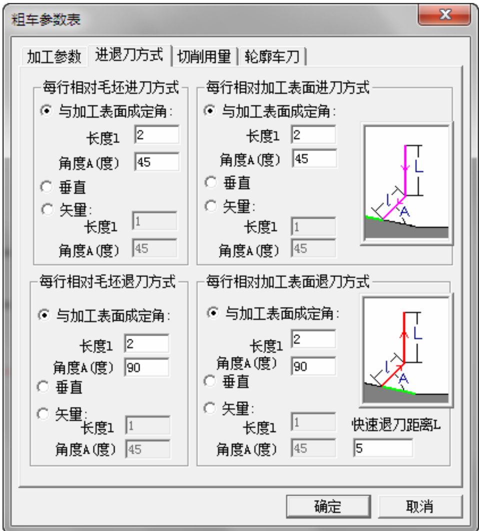


图 4-141　粗车外圆进退刀方式参数设定

3）单击“切削用量”选项卡，设置具体参数，进退刀时快速走刀：否；进刀量=60，单位 mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：300；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-142 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”的列表框中直接单击“外圆车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的外圆车刀，具体参数显示如图 4-143 所示。

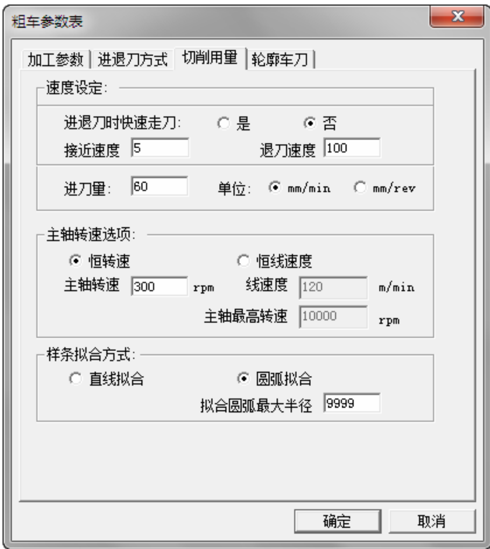


图 4-142　粗车外圆切削用量参数设定



图 4-143　粗车外圆车刀参数设定

5）拾取加工轮廓

- 当单击粗车参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“限制链拾取”方式，拾取被加工工件表面轮廓，如图 4-144 所示。
- 系统接着提示用户拾取毛坯轮廓，仍然以“限制链拾取”方式依次选取如图线段，如图 4-145 所示。

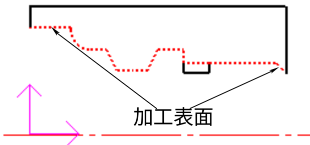


图 4-144　拾取被加工工件表面轮廓

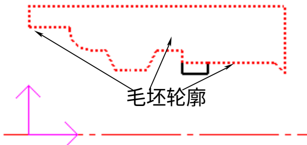


图 4-145　拾取毛坯轮廓

6）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-146 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-147 所示。

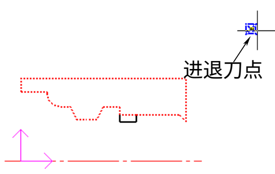


图 4-146　选择进退刀点

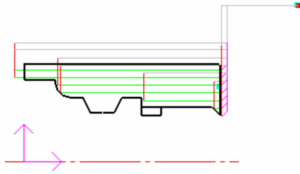


图 4-147　粗车加工外圆轨迹

4．精车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓精车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓精车”按钮，系统弹出“精车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置参数如下，加工表面类型：外轮廓；加工精度：0.02；加工余量：0；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：5；最后一行加工次数：1；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：是；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿，如图 4-148 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数，每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：垂直，如图 4-149 所示。

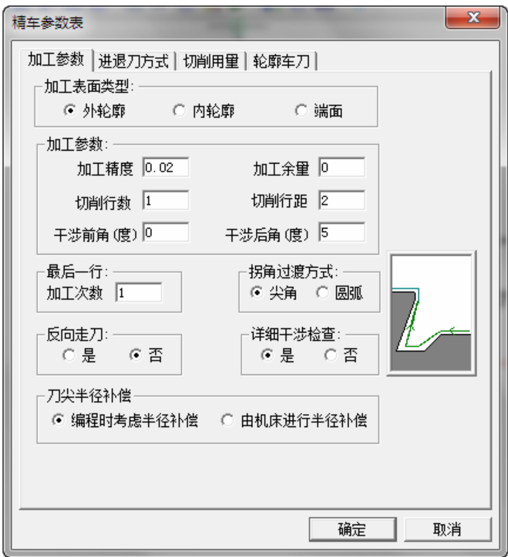


图 4-148　精车加工参数设定

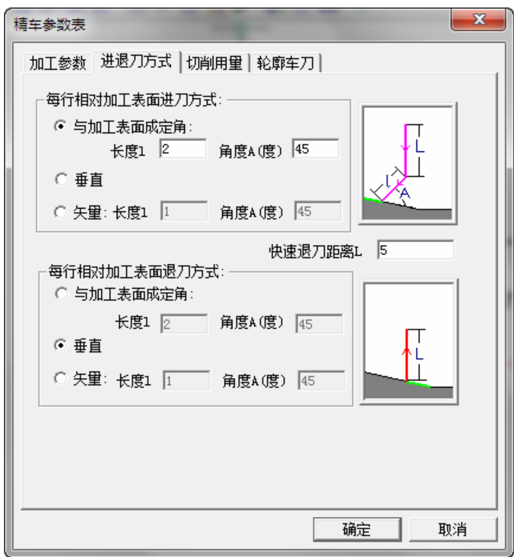


图 4-149　精车外圆进退刀方式参数设定

3）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数，速度设定：接近速度=5，退刀速度=100；进刀量=80，单位 mm/min；主轴转速：500；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-150 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”的列表框中直接单击“外圆车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的外圆车刀，具体参数如图 4-151 所示。

5）拾取加工轮廓。当单击精车参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾

取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“ 限制链拾取 ”方式，拾取精加工工件表面轮廓，如图 4-152 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

6）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-153 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-154 所示。

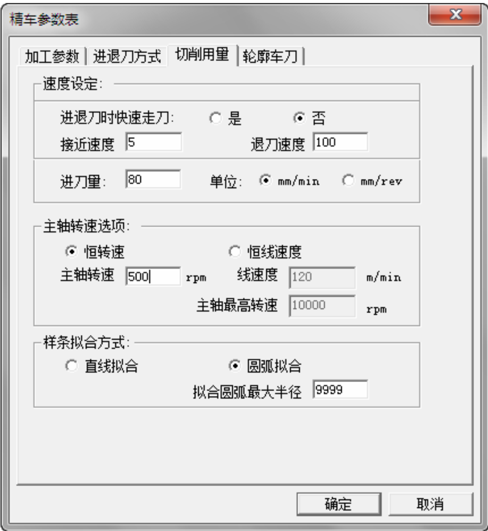


图 4-150　精车外圆切削用量参数设定



图 4-151　精车外圆车刀参数设定

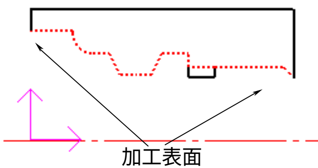


图 4-152　拾取精加工表面轮廓

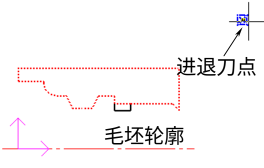


图 4-153　选择进退刀点

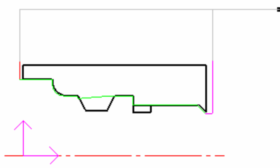


图 4-154　精车加工外圆轨迹

5．切槽加工

选择下拉菜单“ 数控车 ”→“ 切槽 ”命令，或直接单击“ 数控车工具 ”工具栏中的“ 切槽 ”按钮 ，系统弹出“ 切槽参数表 ”对话框。

1）单击“ 切槽加工参数 ”选项卡，设置具体参数，切槽表面类型：外轮廓；加工工艺类型：粗加工+精加工，其他参数如图 4-155 所示。

2）单击“ 切削用量 ”选项卡，设置切削用量具体参数，进退刀时快速走刀：否；进刀量=20，单位：mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：200；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-156 所示。

3）单击“ 切槽刀具 ”选项卡，在“ 切槽刀具列表 ”的列表框中直接单击“ 切槽刀 ”，使它变为蓝色，然后单击“ 置当前刀 ”按钮，即调出了刀具库中设置的切槽刀。

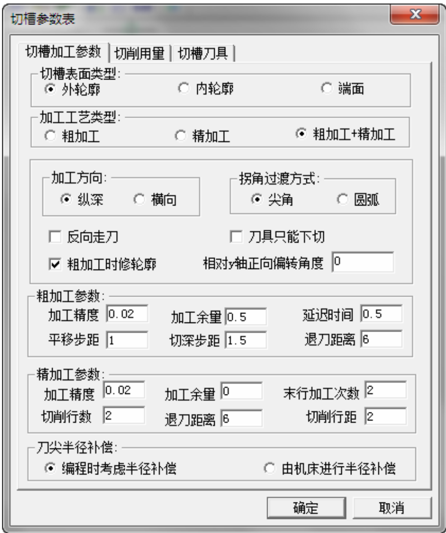


图 4-155　切槽加工参数设定

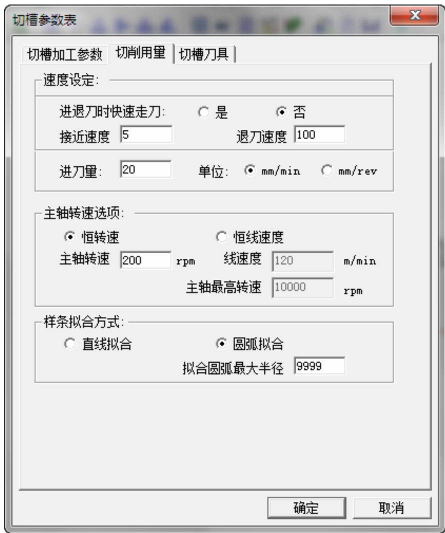


图 4-156　切槽切削用量参数设定

4）拾取加工轮廓。当单击切槽参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取切槽加工工件表面轮廓，如图 4-157 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

5）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-158 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

6）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-159 所示。

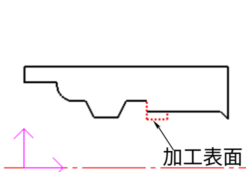


图 4-157　拾取切槽加工工件表面轮廓

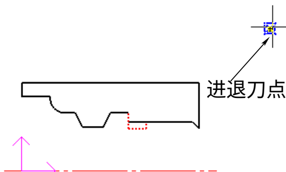


图 4-158　选择进退刀点

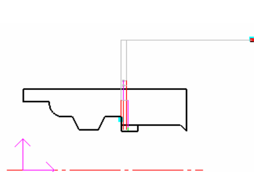


图 4-159　切槽加工轨迹

7）重复上述步骤，选择如图 4-160 所示的加工表面，生成另外一个槽的刀具轨迹，如图 4-161 所示。

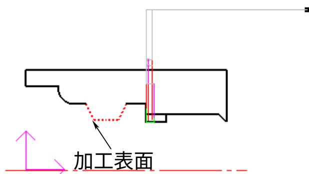


图 4-160　选择加工表面



图 4-161　切槽加工轨迹

6．外螺纹加工

选择下拉菜单“数控车”→“车螺纹”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“车螺纹”按钮 。

1）根据系统提示，依次拾取螺纹的起点、终点，如图 4-162 所示。拾取完毕，系统弹出“螺纹参数表”对话框。前面拾取点的坐标同时显示在螺纹参数表中。

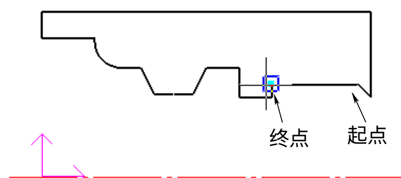


图 4-162 拾取螺纹起点和终点

2）单击“螺纹参数”选项卡，设置具体参数，螺纹类型：外轮廓；螺纹长度：15；螺纹牙高：1.2；螺纹头数：1；螺纹节距：恒定节距，节距为 2，如图 4-163 所示。

3）单击“螺纹加工参数”选项卡，设置具体参数，加工工艺：粗加工+精加工，其他参数如图 4-164 所示。

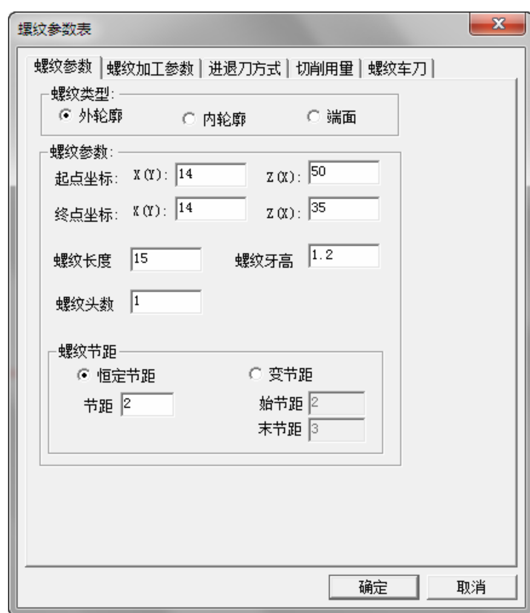


图 4-163 螺纹参数设定

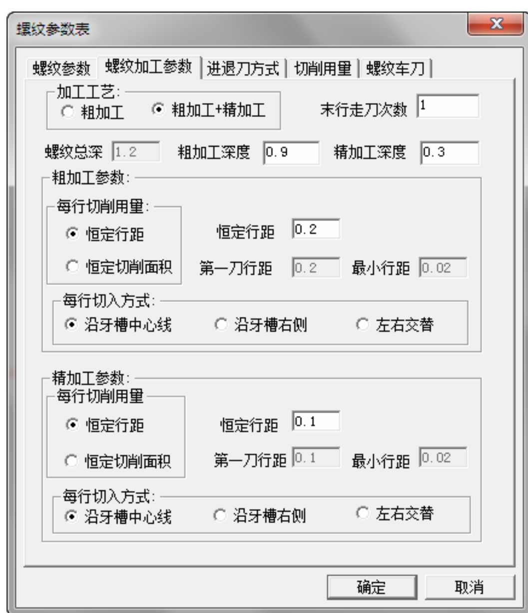


图 4-164 螺纹加工参数设定

4）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数，进刀/退刀方式：矢量，其他参数如图 4-165 所示。

5）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数，进刀量：10，单位：mm/min，主轴转速：100，如图 4-166 所示。

6）单击“螺纹车刀”选项卡，在“螺纹车刀列表”的列表框中直接单击“螺纹车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的螺纹车刀。

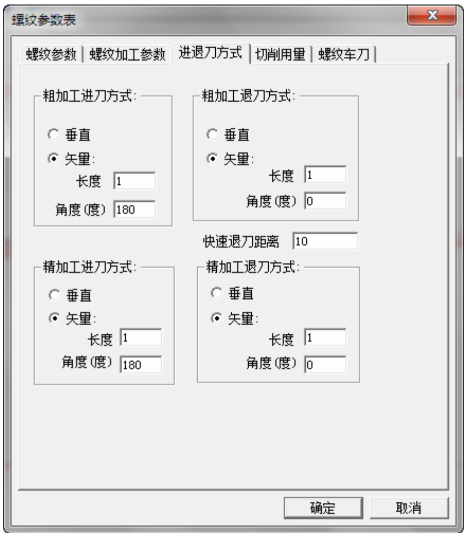


图 4-165　螺纹切削进退刀方式参数设定

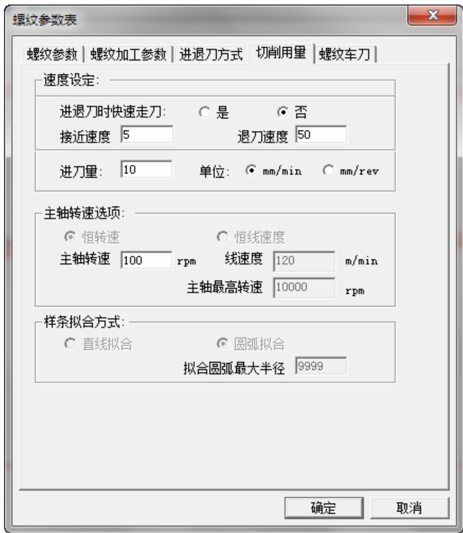


图 4-166　车螺纹切削用量参数设定

7）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-167 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

8）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-168 所示。

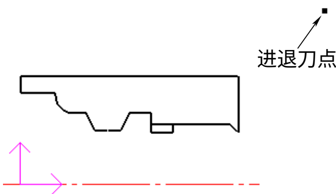


图 4-167　选择进退刀点

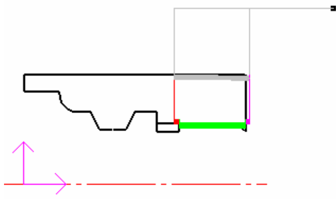


图 4-168　螺纹刀具加工轨迹

4.5.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-169 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-170 所示。

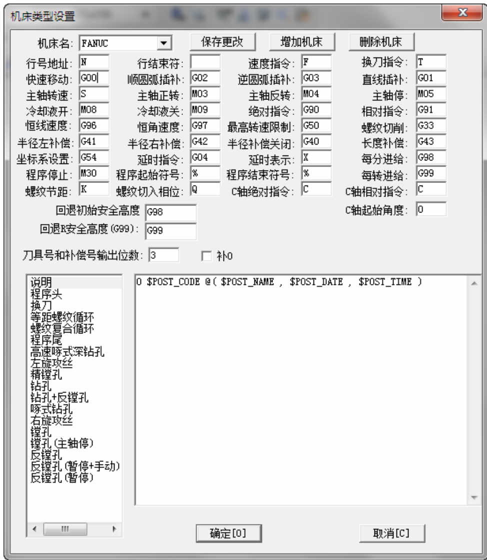


图 4-169　“机床类型设置”对话框

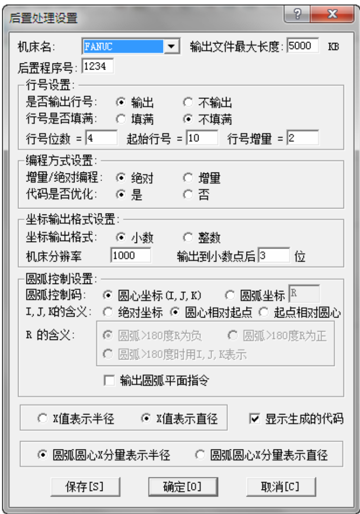


图 4-170　“后置处理设置”对话框

3）在“数控车”子菜单区中选取“生成代码”功能项，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“生成代码”按钮，弹出“生成后置代码”对话框，输入所需后置程序文件名，如图 4-171 所示。

4）单击“确定”按钮，系统接着提示拾取加工轨迹，拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控代码，如图 4-172 所示。

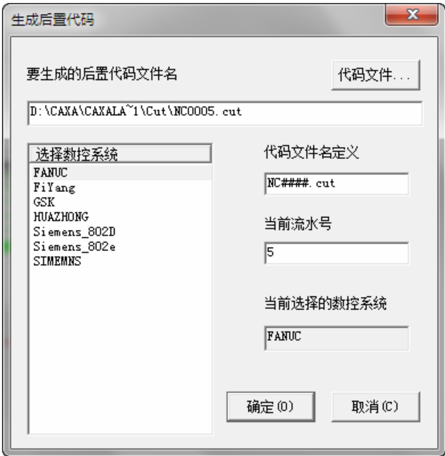


图 4-171　“生成后置代码”对话框

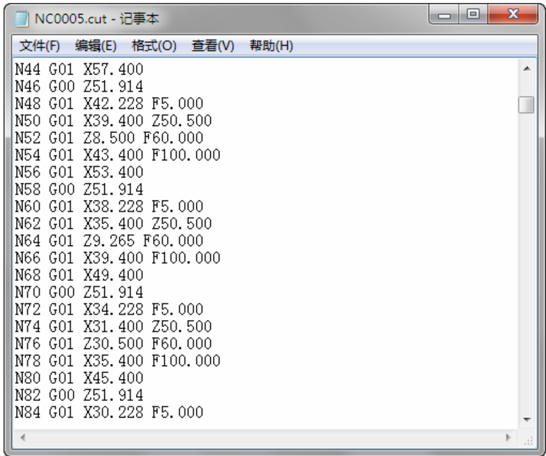


图 4-172　生成的数控代码

4.6　综合仿真实例 2

如图 4-173 所示的套类零件，毛坯尺寸为 ϕ120mm×36mm 的棒料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

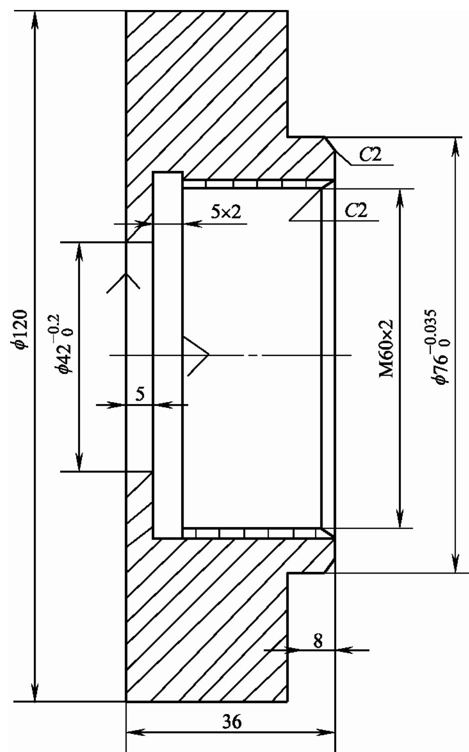


图 4-173　安装套零件

4.6.1　零件 CAD 造型

套盖零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 数控车

双击桌面上的“CAXA 数控车 2011”图标，启动 CAXA 数控车。

2．绘制中心线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，选中“1：中心线层”，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层，如图 4-174 所示。

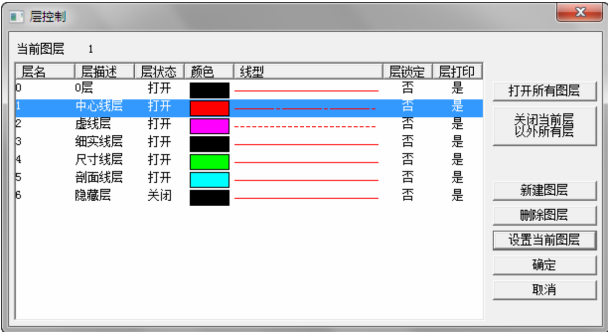


图 4-174　“层控制”对话框

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，如图 4-175 所示。

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标为（–5，0），

输入第二点（40，0），绘制中心线如图 4-176 所示。

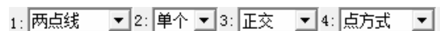


图 4-175 设置立即菜单

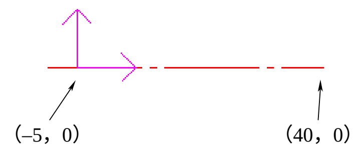


图 4-176 绘制中心线

3．绘制直线

1）选择下拉菜单“格式”→“层控制”命令，弹出“层控制”对话框，新建一个图层，单击“设置当前图层”按钮，设置成当前图层。

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，如图 4-177 所示。

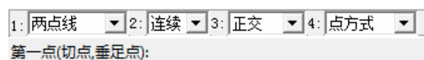


图 4-177 直线立即菜单选项

3）系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点，输入坐标（0，0），系统提示输入第二点，连续输入坐标为（0，20），（0，60），（28，60），（28，38），（36，38），（36，30），（26，30），（10，30），（10，32）（5，32），（5，20），（0，20），单击鼠标右键完成直线绘制，如图 4-178 所示。

4．绘制倒角

选择下拉菜单“修改”→“过渡”命令，或在“编辑”工具栏单击“过渡”按钮，在立即菜单中选择“倒角”，选择如图 4-179 所示的边倒 2×45°角。

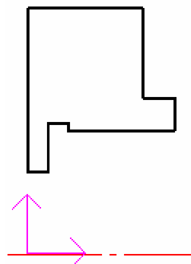


图 4-178 绘制直线

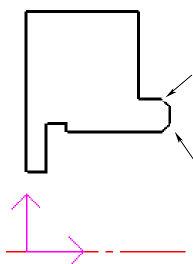


图 4-179 创建倒角

5．绘制垂线

选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，系统提示：第一点（切点，垂足点），要求输入直线的第一点。启动屏幕右下角“智能”捕捉功能，依次选择端点和垂直绘制垂线，如图 4-180 所示。

6．镜像操作

选择下拉菜单“修改”→“镜像”命令，或在“编辑”工具栏单击“镜像”按钮，框选所有图形元素，拾取完成后单击鼠标右键加以确认，系统提示变为“选择轴线”，用鼠标

拾取中心线作为镜像操作的对称轴线，单击鼠标右键完成镜像，如图 4-181 所示。

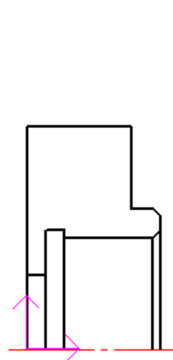


图 4-180　绘制垂线

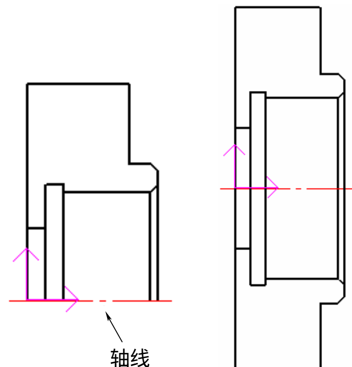


图 4-181　镜像操作

4.6.2　零件 CAM 仿真加工

下面对所绘制的零件进行 CAM 数控仿真加工，为了进行数控车首先要进行图形修改和编辑，然后才能进行 CAM 加工。

1．修改图形为 CAM 做好准备

利用 Delete 工具删除不必要的加工图形元素，如图 4-182 所示。然后利用直线工具绘制如图 4-183 所示的图形。

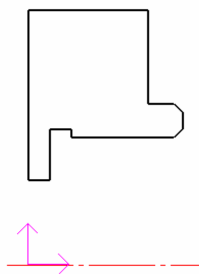


图 4-182　删除元素

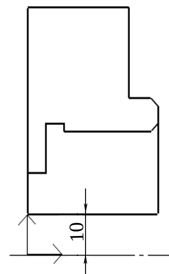


图 4-183　绘制直线

2．设置刀具库管理

选择下拉菜单“数控车”→“刀具库管理”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“刀具库管理”按钮，系统弹出“刀具库管理”对话框。

1）设置增加钻头。单击“钻孔刀具”选项卡，然后再单击“增加刀具”按钮，弹出“增加轮廓车刀”对话框，设置参数如图 4-184 所示。单击“确定”按钮，完成增加钻孔刀具参数设置。

2）设置增加内孔车刀。单击“轮廓车刀”选项卡，然后再单击“增加刀具”按钮，弹出“增加轮廓车刀”对话框，刀具名：内孔车刀；刀具号：4；刀柄长度：150；刀柄宽度 10；刀角长度：10；刀尖半径：0.5；刀具前角：85；刀具后角：5；轮廓车刀类型：内轮廓车刀；刀具偏置方向：左偏，如图 4-185 所示。然后单击“确定”按钮，完成增加轮

廓车刀参数设置。

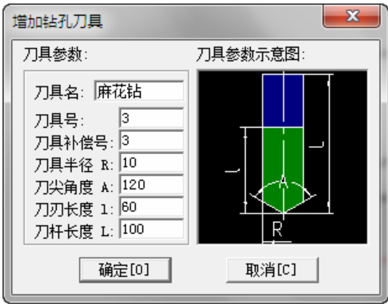


图 4-184 增加钻孔刀具参数设定

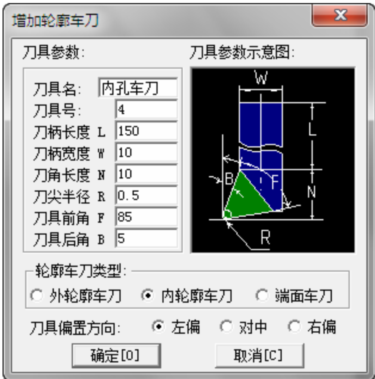


图 4-185 增加内孔车刀参数设定

3）单击“切槽刀具”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加切槽刀具”对话框，设置刀具名：切槽刀具；刀具号：5，其他参数如图 4-186 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

4）单击“螺纹车刀”选项卡，单击“增加刀具”按钮，弹出“增加螺纹车刀”对话框，设置刀具名：外螺纹车刀；刀具号：6，其他参数如图 4-187 所示。单击“确定”按钮，完成车刀参数设置。

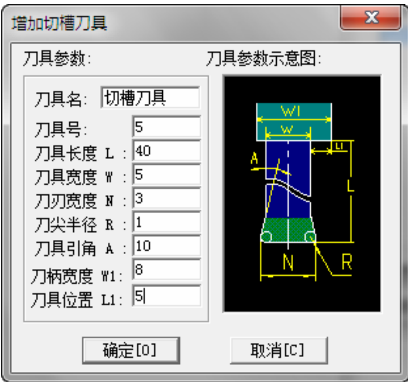


图 4-186 增加切槽刀具参数设定

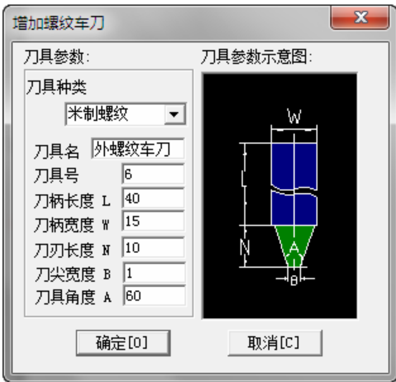


图 4-187 增加螺纹车刀参数设定

3．钻孔加工

选择下拉菜单“数控车”→“钻中心孔”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“钻孔参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数，钻孔模式：钻孔；钻孔深度：40；暂停时间（秒）：1，其他参数如图 4-188 所示。

2）单击“钻孔刀具”选项卡，在“钻孔刀具列表”的列表框中直接单击“麻花钻”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的钻孔刀具，具体参数显示如图 4-189 所示。

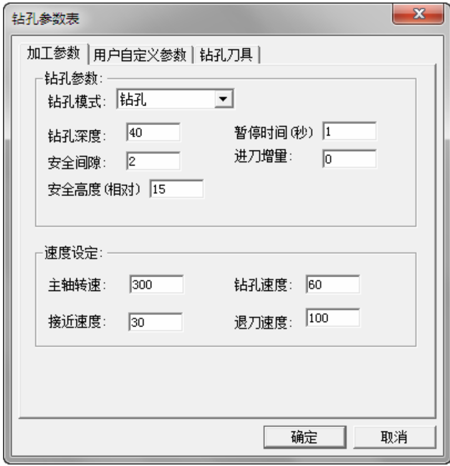


图 4-188　钻孔参数设定

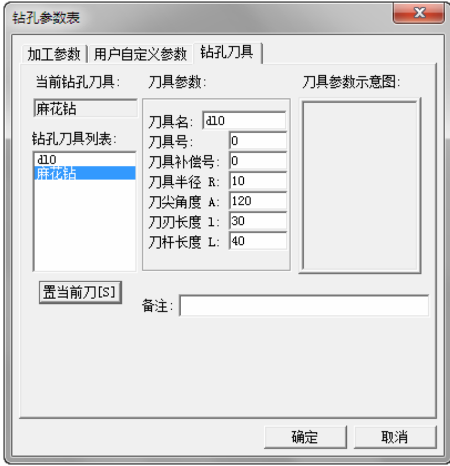


图 4-189　钻孔刀具参数设定

3）生成刀具轨迹。单击“确定”按钮后，系统提示：拾取钻孔起始点，选择（36，0）作为钻孔位置的起始点，则在轴心线上形成钻孔轨迹（一条红色的轨迹线），如图 4-190 所示。

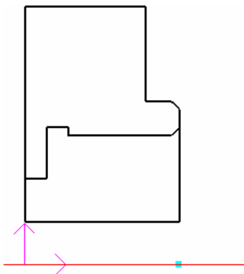


图 4-190　钻孔刀具轨迹

4．内孔粗车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓粗车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓粗车”按钮，系统弹出“粗车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，选择加工表面类型：内轮廓，其他参数如图 4-191 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数如图 4-192 所示。

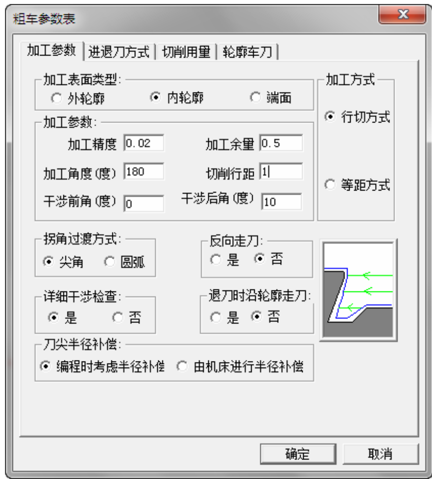


图 4-191　粗车加工参数设定

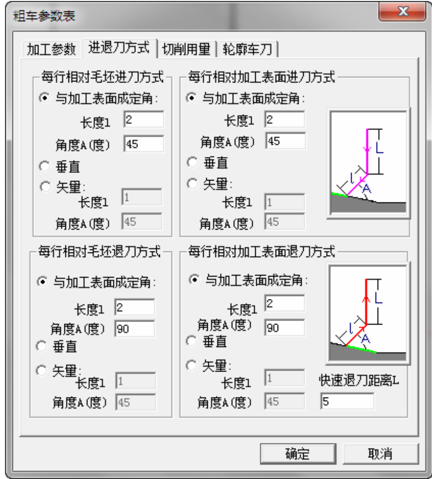


图 4-192　粗车内孔进退刀方式参数设定

3）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数，速度设定：接近速度=5，退刀速

度=50；进刀量=30，单位 mm/min；主轴转速选项：恒转速；主轴转速：150；样条拟合方式：圆弧拟合，如图 4-193 所示。

4）单击“轮廓车刀”选项卡，在“轮廓车刀列”的列表框中直接单击“内孔车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的外圆车刀，具体参数显示如图 4-194 所示。

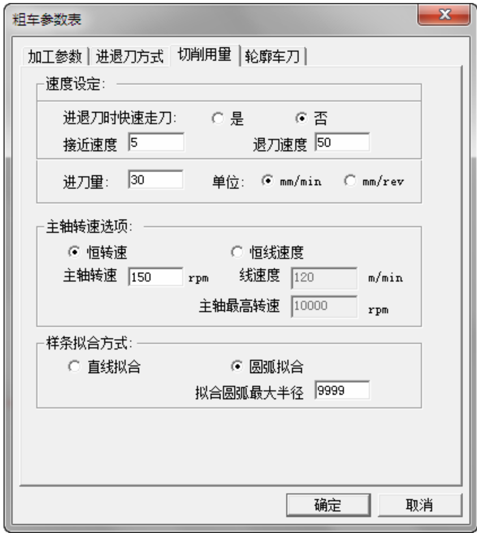


图 4-193 粗车内孔切削用量参数设定

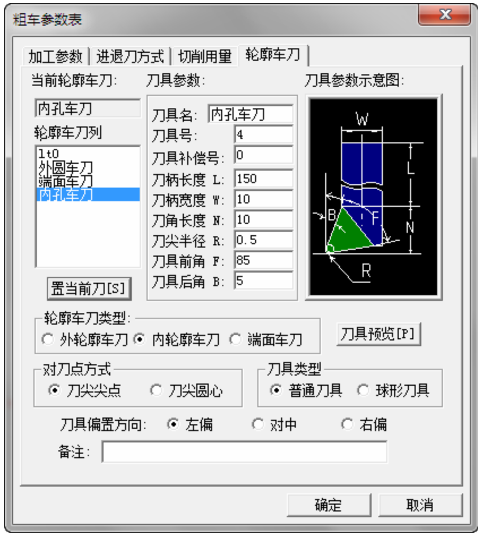


图 4-194 粗车内孔车刀参数设定

5）拾取加工轮廓

- 当单击粗车参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取被加工工件表面轮廓，如图 4-195 所示，单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。
- 系统接着提示用户拾取毛坯轮廓，仍然以“单个拾取”方式依次选取如图线段，如图 4-196 所示，然后单击鼠标右键结束毛坯轮廓的拾取。

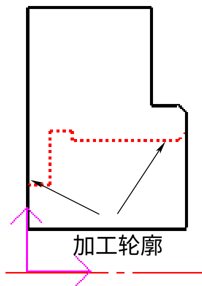


图 4-195 拾取被加工工件表面轮廓

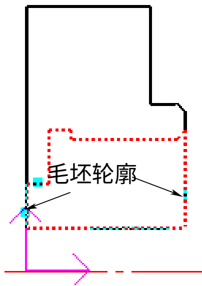


图 4-196 拾取毛坯轮廓

6）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-197 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-198 所示。

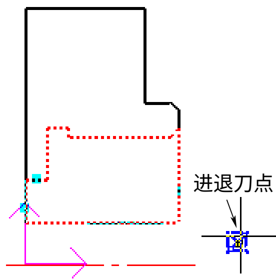


图 4-197　选择进退刀点

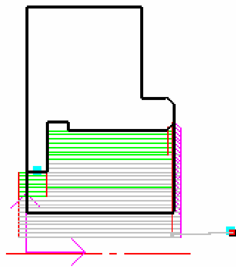


图 4-198　粗车加工内孔轨迹

5．内孔精车加工

选择下拉菜单“数控车”→“轮廓精车”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“轮廓精车”按钮，系统弹出“精车参数表”对话框。

1）单击“加工参数”选项卡，设置具体参数，加工表面类型：内轮廓；加工精度：0.02；加工余量：0；切削行数：1；切削行距：2；干涉前角：0；干涉后角：5；最后一行加工次数：1；拐角过渡方式：尖角；反向走刀：否；详细干涉检查：否；刀尖半径补偿：编程时考虑半径补偿，如图 4-199 所示。

2）单击“进退刀方式”选项卡，设置具体参数，每行相对加工表面进刀方式：与加工表面成定角，长度 l=2，角度 A=45；每行相对加工表面退刀方式：垂直，如图 4-200 所示。

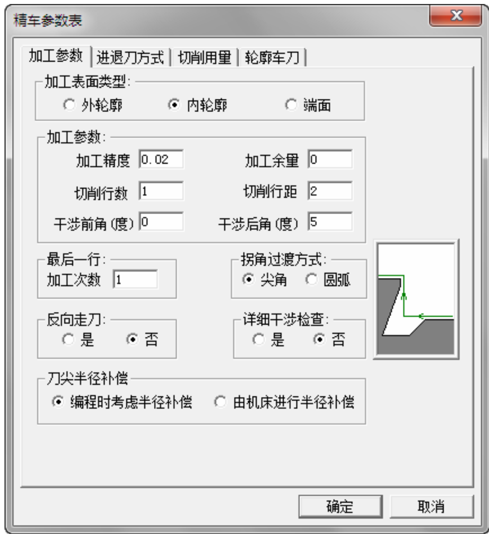


图 4-199　精车加工参数设定

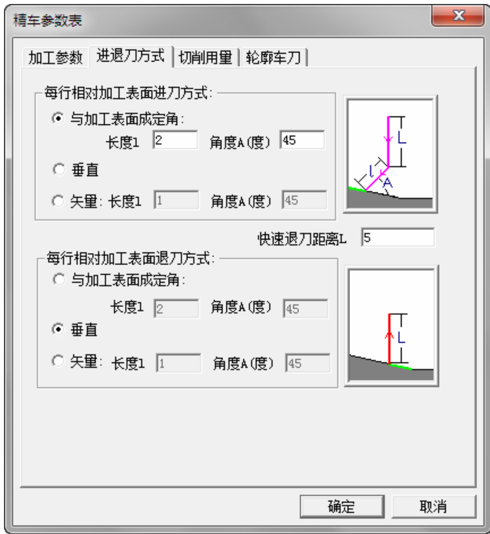


图 4-200　精车外圆进退刀方式参数设定

3）拾取加工轮廓。当单击精车参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取精加工工件表面轮廓，如图 4-201 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

4）确定进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-202 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

5）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-203 所示。

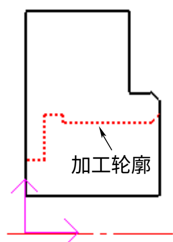


图 4-201　拾取精加工表面轮廓

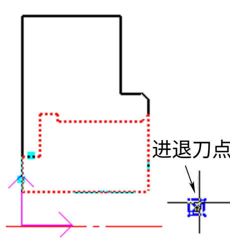


图 4-202　选择进退刀点

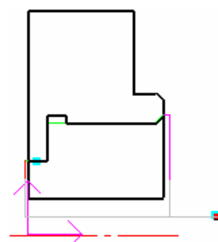


图 4-203　精车加工内孔轨迹

6．切槽加工

选择下拉菜单“数控车”→“切槽”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“切槽”按钮，系统弹出“切槽参数表”对话框。

1）单击“切槽加工参数”选项卡，切槽表面类型：内轮廓；加工工艺类型：粗加工+精加工；加工方向：纵深，其他参数如图 4-204 所示。

2）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量具体参数如图 4-205 所示。

3）单击“轮廓车刀”选项卡，在“切槽刀具列表”的列表框中直接单击“切槽刀具”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的切槽刀，具体参数显示如图 4-206 所示。

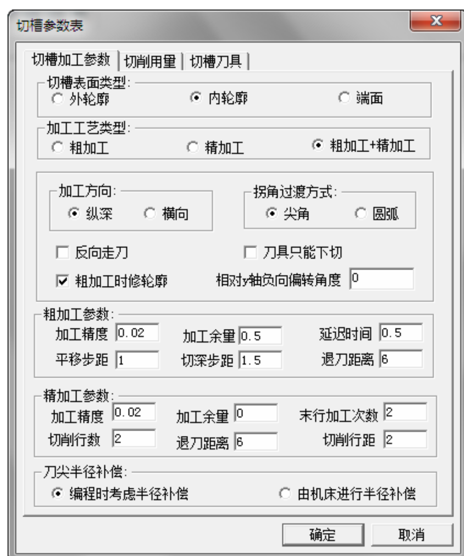


图 4-204　切槽加工参数设定

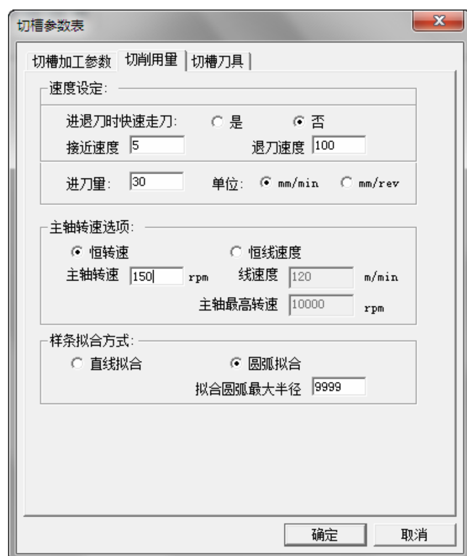


图 4-205　切槽切削用量参数设定

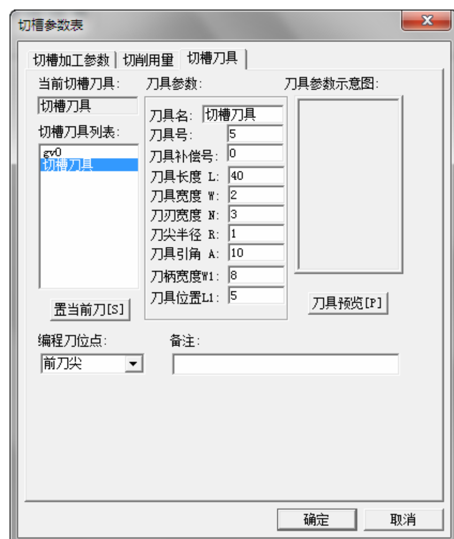


图 4-206　切槽刀具参数设定

4）拾取加工轮廓。当单击切槽参数表中的“确定”按钮后，在状态栏中系统提示用户拾取被加工工件表面轮廓，单击立即菜单，在其下拉菜单中选取“单个拾取”方式，拾取切槽加工工件表面轮廓，如图 4-207 所示，所有选择的线条都变成了红色，然后单击鼠标右键结束被加工工件表面轮廓的拾取。

5）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-208 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件干涉。

6）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-209 所示。

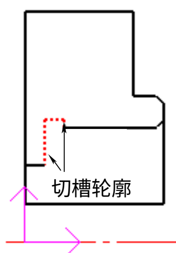


图 4-207　拾取切槽加工工件表面轮廓

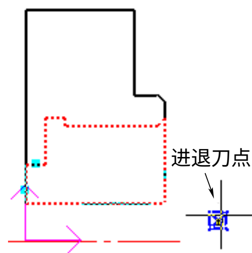


图 4-208　选择进退刀点

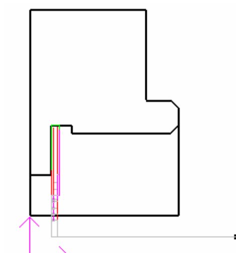


图 4-209　内槽加工轨迹

7．内螺纹加工

选择下拉菜单“数控车”→“车螺纹”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“车螺纹”按钮，根据系统提示，依次拾取螺纹的起点、终点，如图 4-210 所示。拾取完毕，系统弹出“螺纹参数表”对话框。

1）单击“螺纹参数”选项卡，前面拾取点的坐标同时显示在螺纹参数表中，螺纹类型：内轮廓；螺纹长度：24；螺纹牙高：1.2；螺纹头数：1；螺纹节距：恒定节距，节距为 2，如图 4-211 所示。

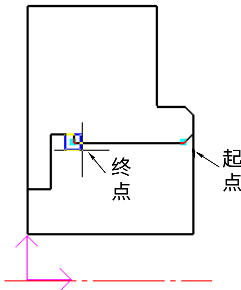


图 4-210　选择螺纹起点和终点

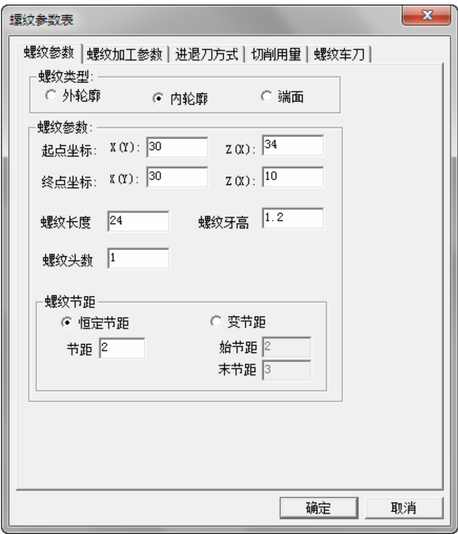
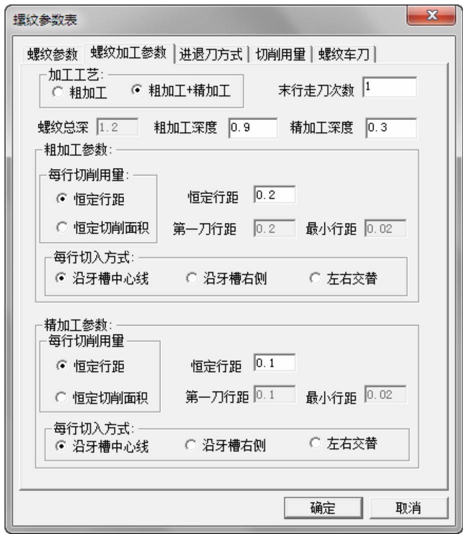


图 4-211　螺纹参数设定

2）单击“螺纹加工参数”选项卡，选择“加工工艺”为“粗加工+精加工”，设置其他参数如图 4-212 所示。

3）单击“进退刀方式”选项卡，粗加工进刀方式：矢量；粗加工退刀方式：矢量，具体参数如图 4-213 所示。



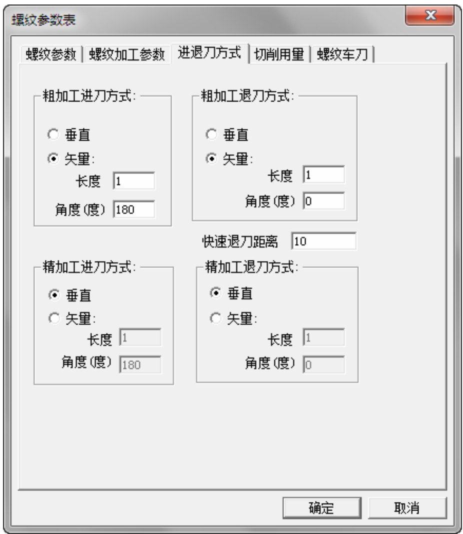


图 4-212　螺纹加工参数设定　　　图 4-213　螺纹切削进退刀方式参数设定

4）单击“切削用量”选项卡，设置切削用量参数如图 4-214 所示。

5）单击“螺纹车刀”选项卡，在“螺纹车刀列表”的列表框中直接单击“外螺纹车刀”，使它变为蓝色，然后单击“置当前刀”按钮，即调出了刀具库中设置的螺纹车刀，具体参数显示如图 4-215 所示。

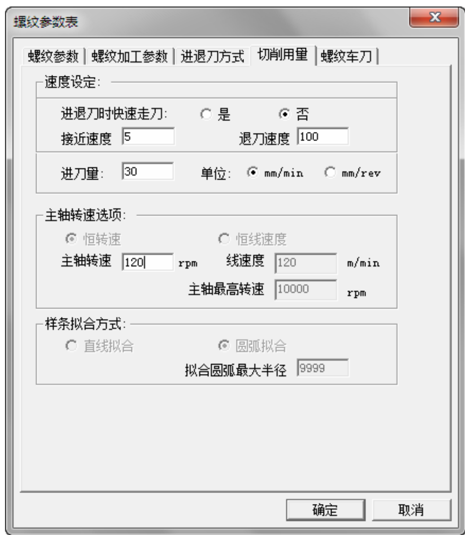


图 4-214　车螺纹切削用量参数设定

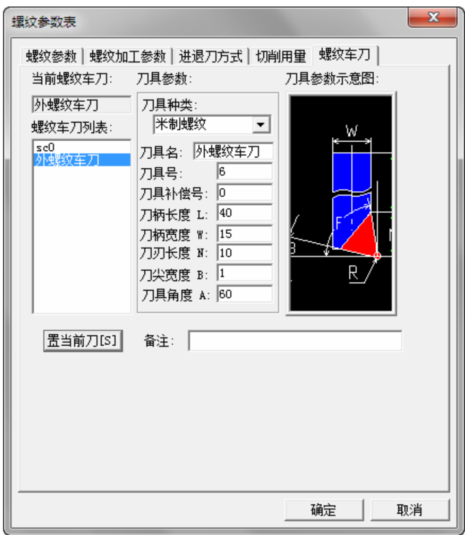


图 4-215　螺纹车刀参数设定

6）选择进退刀点。指定一点作为刀具加工前和加工后所在的位置，如图 4-216 所示。要保证选取的点在进退刀时不会与工件发生干涉。

7）生成刀具轨迹。当确定好进退刀点后，系统会自动生成绿色的刀具轨迹，如图 4-217 所示。

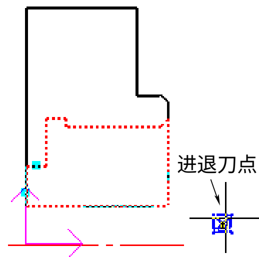


图 4-216　选择进退刀点

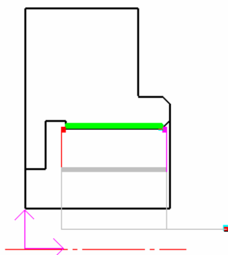


图 4-217　螺纹刀具加工轨迹

4.6.3　后置处理

生成代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的加工轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

1）选择下拉菜单“数控车”→“机床配置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“机床配置”按钮，系统弹出“机床类型设置”对话框，设置参数如图 4-218 所示。

2）选择下拉菜单“数控车”→“后置设置”命令，或直接单击“数控车工具”工具栏中的“后置设置”按钮，系统弹出“后置处理设置”对话框，设置参数如图 4-219 所示。

图 4-218 “ 机床类型设置 ” 对话框

图 4-219 “ 后置处理设置 ” 对话框

3）在 “ 数控车 ” 子菜单区中选取 “ 生成代码 ” 功能项，或直接单击 “ 数控车工具 ” 工具栏中的 “ 生成代码 ” 按钮 ，弹出 “ 生成后置代码 ” 对话框，输入所需后置程序文件名，如图 4-220 所示。

4）单击 “ 确定 ” 按钮，系统接着提示拾取加工轨迹，拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序，如图 4-221 所示。

图 4-220 “ 生成后置代码 ” 对话框

```
N10 G50 S10000
N12 G00 G97 S150 T10
N14 M03
N16 M08
N18 G00 X10.000 Z50.000
N20 G00 X8.172 Z37.914
N22 G98 G01 X18.172 F5.000
N24 G01 X21.000 Z36.500
N26 G01 Z-2.500 F30.000
N28 G01 X17.000 F100.000
N30 G01 X7.000
N32 G00 Z37.914
N34 G01 X20.172 F5.000
N36 G01 X23.000 Z36.500
N38 G01 Z-2.500 F30.000
N40 G01 X19.000 F100.000
N42 G01 X9.000
N44 G00 Z37.914
N46 G01 X22.172 F5.000
N48 G01 X25.000 Z36.500
N50 G01 Z-2.500 F30.000
```

图 4-221 生成的数控程序

第 5 章　CAXA 制造工程师基础

本章对 CAXA 制造工程师 2011 基本知识进行详细介绍，主要内容包括：CAXA 制造工程师软件功能、CAXA 制造工程师安装和卸载、用户操作界面以及常用操作。

5.1　CAXA 制造工程师简介

CAXA 制造工程师 2011 集成了几何建模、数据接口、刀具轨迹生成和编辑、加工仿真、NC 生成、工艺清单生成及丰富的数据接口等一整套面向复杂零件和模具零件的自动编程功能，融合了很多国外高速加工技术以及多轴加工技术，同时还具有代码返读和代码转换等功能。

5.1.1　CAXA 制造工程师软件功能和特点

20 世纪 90 年代以前，市场销售的 CAD/CAM 软件基本上是国外的软件系统。20 世纪 90 年代以后国内在 CAD/CAM 技术研究和软件开发方面进行了卓有成效的研究工作，尤其是北航海尔软件公司经过多年的不懈努力，推出了 CAXA 制造工程师数控编程系统。CAXA 制造工程师不仅是一款高效易学，具有很好工艺性的数控加工编程软件，而且还是一套 Windows 原创风格，全中文三维造型与曲面实体完美结合的 CAD/CAM 一体化系统。CAXA 制造工程师为数控加工行业提供了从造型设计到加工代码生成、校验一体化的全面解决方案。

1．易于学习，方便操作

基于 PC 平台，采用原创 Windows 界面风格（菜单和交互操作），支持界面的个性化定制功能，可以随意组合菜单和工具条、定制快捷键；提供灵活方便的鼠标右键操作和菜单的热键操作；强大的动态导航功能将大大方便造型操作，可以体会到三维造型操作的灵活与流畅。

2．方便、丰富的造型手段

三维零件设计软件秉承电子图板的优良特性，从二维（草图）到三维实体，从线框到曲面，提供了丰富的建模手段，实现了先进的参数化三维特征造型技术。

（1）强大的二维绘图和草图设计功能　零件设计提供了强大的二维绘图和草图设计功能，在草图环境下，可以绘制任意曲线，然后利用零件设计的草图参数化功能达到最终希望的精确形状。零件设计还可以直接读取非参数化的 EXB、DXF、DWG 等格式的图形文件。

（2）基于实体的三维参数化特征造型　零件设计强大灵活的三维造型功能，可以将二维的草图轮廓通过丰富的造型手段，生成三维实体，造型方式主要有拉伸、旋转、导动、放样、孔、抽

壳、过渡、倒角、拔模、加强筋等，特征造型如图 5-1 所示。

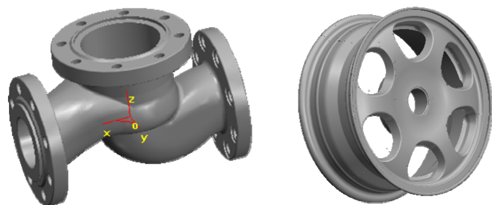


图 5-1　特征造型

（3）复杂曲线曲面造型　从线框到曲面，提供了丰富的建模手段，可以通过列表数据、数学模型（公式）及各种测量数据生成包括样条在内的各种曲线；通过直纹、旋转、扫描、导动、边界、放样、网格等多种形式生成复杂曲面，并可对曲面进行裁剪、过渡、拼接、缝合、延伸等，建立任意复杂的零件模型；而且，零件设计的曲面与实体能够相互结合，一体化操作，生成各种复杂的零件。曲线和曲面造型如图 5-2 所示。

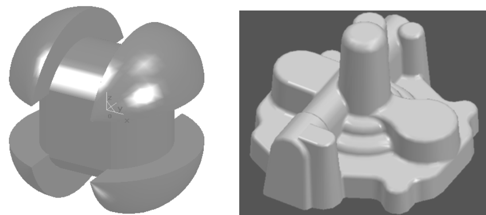


图 5-2　曲线和曲面造型

（4）分模　新增了模具设计的功能，对于复杂的零件，根据材料的特性确定其收缩率，生成模具，并可通过草图或曲面等分模方式进行分模，极大地简化了设计过程，如图 5-3 所示。

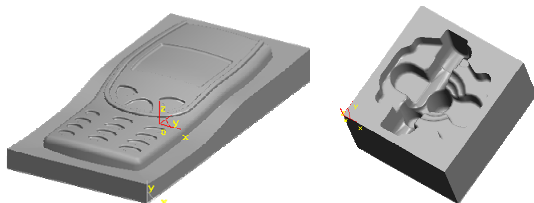


图 5-3　分模功能

3．优质高效的数控加工

CAXA 制造工程师将 CAD 模型与 CAM 加工技术无缝集成，可直接对曲面、实体模型进行一致的加工操作。支持轨迹参数化和批处理功能，明显提高工作效率。支持高速切削，大幅度提高加工效率和加工质量。通用的后置处理可向任何数控系统输出加工代码（俗称 G 代码），并能进行仿真检验和修改。

（1）两轴到三轴的数控加工功能　支持 4～5 轴加工，多样化的加工方式可以安排多种粗、半精、精、补加工方式。

- 【两轴到两轴半加工】：可直接利用零件的轮廓曲线生成加工轨迹指令，而无需建立其三维模型。
- 【三轴加工】：7 种三轴粗加工方式为平面区域粗加工（2D）、区域粗加工、等高粗加工、扫描线、摆线、插铣、导动线（2.5 轴）；14 种三轴精加工方式分别是平面轮廓、轮

廓导动、曲面轮廓、曲面区域、曲面参数线、轮廓线、投影线、等高线、导动、扫描线、限制线、浅平面、三维偏置、深腔侧壁多种精加工功能；3 种补加工为等高线补加工、笔式清根、区域补加工等多种补加工功能；2 种槽加工为曲线式铣槽、扫描式铣槽。

- 【四轴加工】：四轴曲线、四轴平切面加工。
- 【五轴加工】：五轴等参数线、五轴侧铣、五轴曲线、五轴曲面区域、五轴 G01 钻孔、五轴定向、转四轴轨迹等加工对叶轮、叶片类零件，除以上这些加工方法外，系统还提供专用的叶轮粗加工及叶轮精加工功能，可以实现对叶轮和叶片的整体加工。
- 【宏加工】：提供倒圆角加工，根据给定的平面轮廓曲线，生成加工圆角的轨迹和带有宏指令的加工代码。充分利用宏程序功能，使得倒圆角加工程序变得异常简单灵活。

（2）支持高速加工　本系统支持高速切削工艺，以提高产品精度，降低代码数量，使加工质量和效率大大提高。可设定斜向切入和螺旋切入等接近和切入方式，拐角处可设定圆角过渡，轮廓与轮廓之间可通过圆弧或 S 字型方式来过渡形成光滑连接，从而生成光滑刀具轨迹，有效地满足了高速加工对刀具路径形式的要求。

（3）参数化轨迹编辑和轨迹批处理　CAXA 制造工程师的“轨迹再生成”功能可实现参数化轨迹编辑。用户只需选中已有的数控加工轨迹，修改原定义的加工参数表，即可重新生成加工轨迹。CAXA 制造工程师可以先定义加工轨迹参数，而不立即生成轨迹。工艺设计人员可先将大批加工轨迹参数事先定义而在某一集中时间批量生成。这样，合理地优化了工作时间。

（4）独具特色的加工仿真与代码验证　可直观、精确地对加工过程进行模拟仿真，对代码进行返读校验。仿真过程中可以随意放大、缩小、旋转，便于观察细节，可以调节仿真速度；能显示多道加工轨迹的加工结果。仿真过程中可以检查刀柄干涉、快速移动过程（G00）中的干涉、刀具无切削刃部分的干涉情况，可以将切削残余量用不同颜色区分表示，并把切削仿真结果与零件理论形状进行比较等。

（5）加工工艺控制　CAXA 制造工程师提供了丰富的工艺控制参数，可以方便地控制加工过程，使编程人员的经验得到充分的体现。

（6）通用后置处理　全面支持 SIEMENS、FANUC 等多种主流机床控制系统。CAXA 制造工程师提供的后置处理器，无需生成中间文件就可直接输出 G 代码控制指令。系统不仅可以提供常见数控系统的后置格式，还可以由用户定义专用数控系统的后置处理格式。可生成详细的加工工艺清单，方便 G 代码文件的应用和管理。

4．丰富流行的数据交换接口

CAXA 制造工程师是一个开放的设计/加工工具。它提供了丰富的数据接口，包括：直接读取市场上流行的三维 CAD 软件，如 CATIA，Pro/ENGINEER 的数据接口；基于曲面的 DXF 和 IGES 标准图形接口，基于实体的 STEP 标准数据接口；Parasolid 几何核心的 x—T、x—B 格式文件；ACIS 几何核心的 SAT 格式文件面向快速成型设备的 STL 以及面向 Internet 和虚拟现实的 VRML 等接口。这些接口保证了与世界流行的 CAD 软件进行双向数据交换，使企业可以跨平台和跨地域与合作伙伴实现虚拟产品开发和生产。

5.1.2 软件系统配置需求

CAXA 制造工程师 2011 系统要求为：

操作系统：Microsoft Windows 2000/XP Professional/Win 7（英文、简体、繁体）；

基本配置：1G 内存，1.6GHz 以上 CPU，128M 独立显卡；

推荐配置：2G 以上内存，2.8GHz 以上 CPU，256M 以上独立显卡。

5.1.3 CAXA 制造工程师的安装和卸载

CAXA 制造工程师的安装方法与一般 Windows 程序的安装方法相同，下面简单介绍一下它的安装过程：

1）将 CAXA 制造工程师安装光盘放入光驱后，自动运行出现“ CAXA 制造工程师 ”安装界面，如图 5-4 所示。该对话框的出现表明已经通过系统的验证，可以正常安装。



图 5-4 “ CAXA 制造工程师 ”界面

2）选择“ 安装产品 ”中的“ 制造工程师安装 ”，此时系统弹出“ CAXA 制造工程师 ”对话框，如图 5-5 所示。



图 5-5 “ CAXA 制造工程师 ”对话框

3）单击下一步(N) >按钮，弹出“ CAXA 制造工程师版权协议 ”界面，选择“ 我接受许可证协议中的条款 ”单选框，如图 5-6 所示。

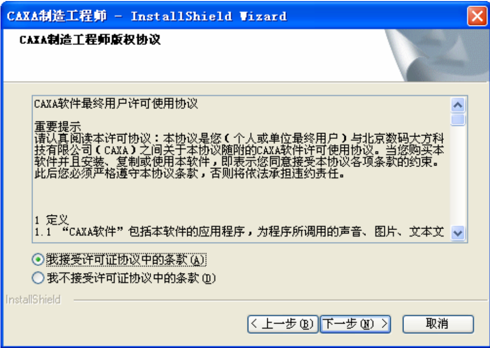


图 5-6 “ CAXA 制造工程师版权协议 ”界面

4）单击下一步(N) >按钮，弹出“ 用户信息 ”界面，填写用户相关信息，如图 5-7 所示。

5）单击下一步(N) >按钮，弹出“ 安装路径 ”界面，也可单击“ 更改 ”按钮选择合适的安装路径，如图 5-8 所示。



图 5-7 “ 用户信息 ”界面

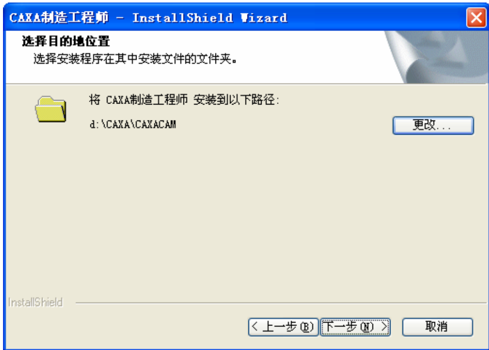


图 5-8　选择安装路径对话框

6）单击下一步(N) >按钮，弹出“ 程序组 ”界面，可采用默认设置，如图 5-9 所示。

7）单击下一步(N) >按钮，弹出“ 可以安装该程序了 ”界面，表明安装设置完成可以进行安装，如图 5-10 所示。

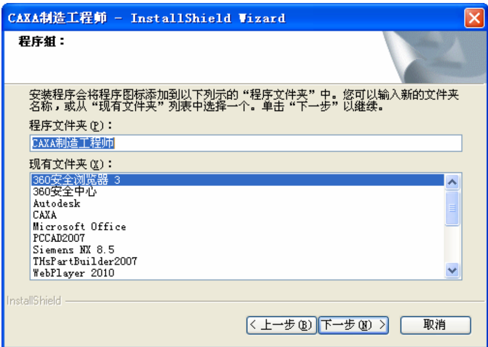


图 5-9 “ 程序组 ”界面

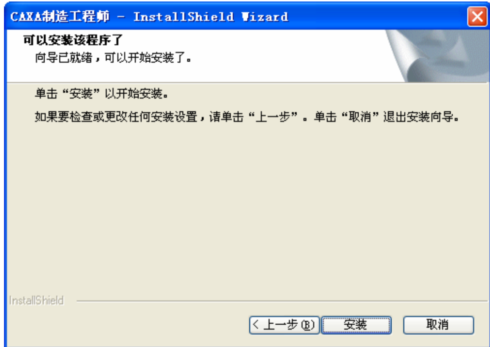


图 5-10 “ 可以安装该程序了 ”界面

8）单击“ 安装 ”按钮，将进行 CAXA 制造工程师的安装，显示安装进程，如图 5-11 所示。

9）按照安装进程可完成 CAXA 制造工程师的安装，显示如图 5-12 所示的界面，单击“ 完成 ”按钮即可。

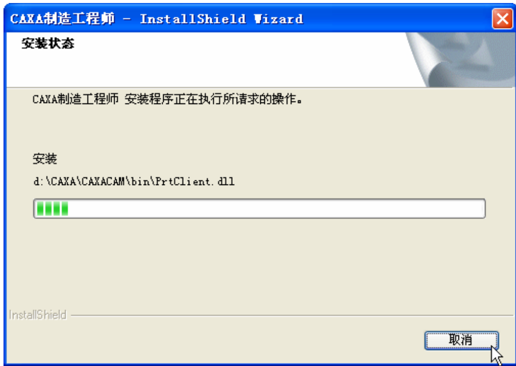


图 5-11 安装进程界面

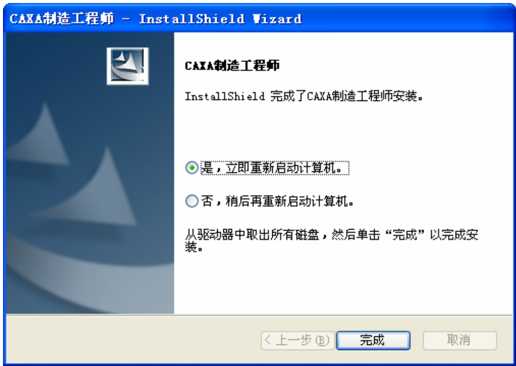


图 5-12 完成重启动界面

CAXA 制造工程师的卸载可按照下列步骤进行：

1）选择“ 开始 ”菜单中的“ 控制面板 ”命令，打开“ 控制面板 ”对话框，选择“ 添加或删除程序 ”选项，弹出“ 添加或删除程序 ”对话框，选择“ CAXA 制造工程师 ”程序，如图 5-13 所示。



图 5-13 选择 CAXA 制造工程师

2）单击“ 更改/删除 ”命令，将显示卸载进程，卸载完成后显示如图 5-14 所示的界面，单击“ 完成 ”按钮即可完成卸载。

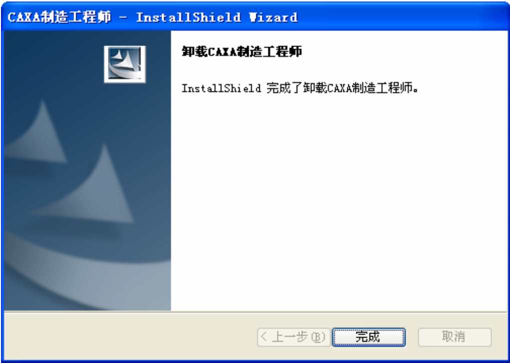


图 5-14　卸载完成界面

5.2　CAXA 制造工程师界面与设置操作

CAXA 制造工程师的用户界面采用交互式的方式实现软件与用户之间的信息交流，各种功能都可以通过菜单命令和工具按钮（图标）来完成。下面将介绍 CAXA 制造工程师界面和相关操作方法。

5.2.1　用户界面

CAXA 制造工程师 2011 用户操作界面是软件与用户进行信息交流的窗口。CAXA 制造工程师 2011 安装完成后，将在程序文件夹和桌面上建立相应的快捷方式，双击桌面上的"CAXA 制造工程师 2011"图标，或选择开始菜单"开始"→"程序"→"CAXA 制造工程师 2011"→"CAXA 制造工程师 2011"命令，可启动 CAXA 制造工程师 2011 软件，如图 5-15 所示。

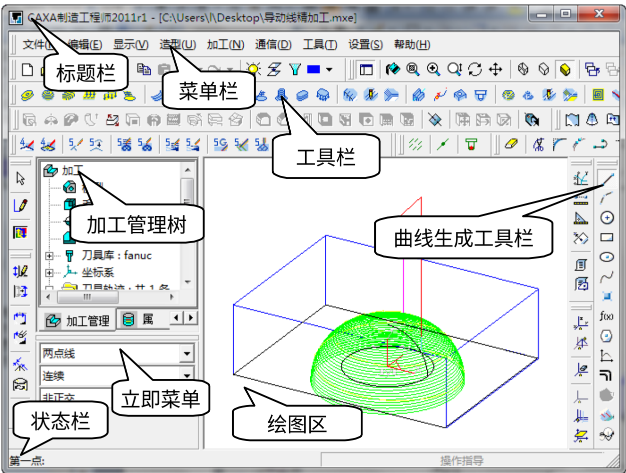


图 5-15 "CAXA 制造工程师 2011"用户操作界面

CAXA 制造工程师 2011 的用户界面十分友好，非常接近 Windows 风格，主要有标题栏、

菜单栏、工具栏、加工管理树、立即菜单、绘图区（图形区）、状态栏等。

1．标题栏

标题栏从左向右依次显示软件名称、当前打开的文件路径和名称。标题栏将显示“CAXA 制造工程师 2011-【文件路径和名称】”。

2．菜单栏

CAXA 制造工程师 2011 菜单栏位于标题栏的下方，集中了几乎所有的 CAXA 制造工程师 2011 命令，主要由“文件”、“编辑”、“显示”、“造型”、“加工”、“通信”、“工具”、“设置”和“帮助”等。每个主菜单都含有若干个下拉式子菜单，菜单中的每一项都是一个操作命令，且与工具按钮对应。

3．工具栏

为了提高设计效率，将使用频率高的下拉菜单命令设置成工具栏按钮，用户可单击这些图标按钮即可打开并执行相应的命令。工具栏中每一个按钮都对应一个菜单命令，单击按钮和单击菜单命令的操作是完全一样的，在使用某一工具按钮时，将光标指向该按钮时，一个弹出式标签会显示该按钮的名称及其功能。

用户界面上的工具条包括：标准工具栏、显示变换栏、状态控制栏、曲线生成栏、几何变换栏、线面编辑栏、曲面生成栏和特征生成栏等。

4．立即菜单

在执行某个命令后，系统在界面左侧回弹出一个立即菜单，立即菜单设置某命令执行情况或使用提示项目，在图 5-15 中显示的是画直线的立即菜单。在立即菜单中，用鼠标选中其中的某一项（例如“两点线”），系统便会在下方弹出一个选项菜单，可以按照要求选择该项内容。

5．点工具菜单

工具点就是在操作过程中具有几何特征的点，如圆心、切点、端点等。用户进入操作命令，需要输入特征点时，只要按下空格键，即在屏幕上弹出点工具菜单，如图 5-16 所示。

6．矢量工具

矢量工具（方向工具）在曲面生成时，选择曲面生成方向按空格键，弹出“矢量工具”（方向工具），主要是用来选择方向，如图 5-17 所示。

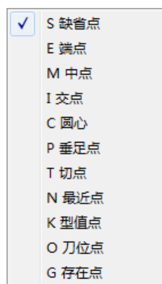


图 5-16　点工具菜单

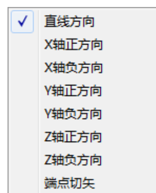


图 5-17　矢量工具

7．树管理器

在窗口左侧是 CAXA 的树管理器，主要包括“零件特征树”“加工管理树”“属性树”等，如图 5-18 所示。



图 5-18　树管理器

（1）零件特征树（设计树、特征树、模型树）　记录零件生成的操作步骤，用户可直接在特征树中选择零件特征进行编辑。

（2）加工管理树（轨迹树）　记录所生成刀具轨迹的刀具、几何元素、加工参数等信息。当光标移动到轨迹树中任意一条加工轨迹的标识上时单击鼠标右键，系统会弹出快捷菜单。在快捷菜单中可以选择“加工方式”“线框和实体仿真”“后置处理”“工艺清单”及“显示和隐藏轨迹”等选项。另外，在轨迹树中还可以设置“模型”“毛坯”“起始点”“机床后置”“刀具库”等操作。

（3）属性树　记录元素属性查询信息。

8．绘图区

绘图区也叫图形区，所有图形的绘制都显示在图形区，绘图区是没有边界的，可以看成是一张无限大的空白图纸。在绘图区中心显示当前 CAXA 制造工程师 2011 工作坐标系，该坐标系为世界坐标系。它的坐标原点为（0.0000，0.0000，0.0000）。在操作过程中所有坐标均以此坐标系的原点为基准。

9．状态栏

在窗口底部是一行状态栏，可动态显示上下文相关的造型和加工信息提示、当前工具状态等。操作时应随时注意该区域的提示，有时需要用键盘输入相关的数据。

5.2.2　文件管理

CAXA 制造工程师的文件管理功能通过主菜单中的“文件”菜单实现。文件扩展名为：mxe。

1．新建文件

选择下拉菜单“文件”→“新建”命令，建立一个新文件后，用户就可以应用图形绘制和实体造型等功能进行各种操作了。但是用户必须记住，当前的所有操作结果都记录在内存中，只有在存盘以后，用户的设计成果才会永久地保存下来。

2．打开文件

打开一个已有的制造工程师存储的数据文件，并为非制造工程师的数据文件格式提供相应接口，使在其他软件上生成的文件也可以通过此接口转换成制造工程师的文件格式，并进行处理。

1）选择下拉菜单“文件”→“打开”命令，弹出“打开文件”对话框，如图 5-19 所示。

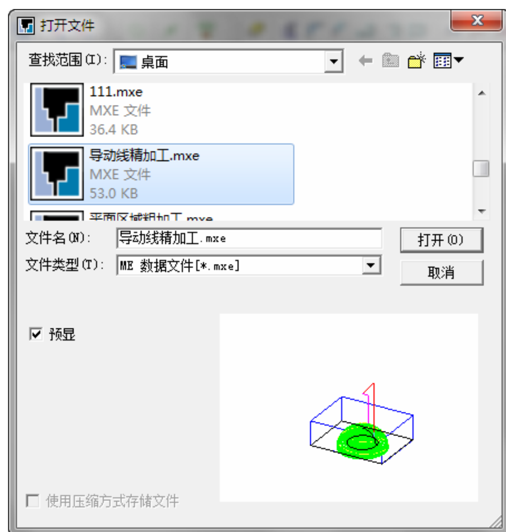


图 5-19 “打开文件”对话框

2）选择相应的文件类型并选中要打开的文件名，在制造工程师中可以读入 ME 数据文件 mxe、零件设计数据文件 epb、、ME1.0、ME2.0 数据文件 csn、Parasolid x_t 文件、Parasolid x_b 文件、DXF 文件、IGES 文件和 DAT 数据文件，如图 5-20 所示。单击“打开”按钮打开文件。

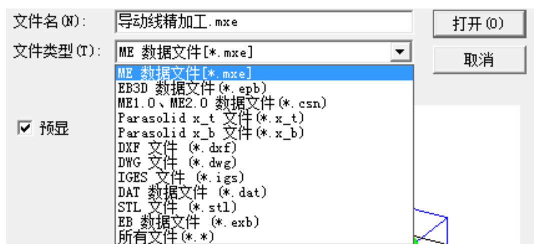


图 5-20 文件类型

3．保存文件

将当前绘制的图形以文件形式存储到磁盘上。

1）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，如果当前没有文件名，则系统弹出一个“存储文件”对话框。

2）在对话框的文件名输入框内输入一个文件名，单击“保存”按钮，系统即按所给文件名存盘。文件类型可以选用 ME 数据文件 mex、EB3D 数据文件 epb、Parasolid x_t 文件、Parasolid x_b 文件、DXF 文件、IGES 文件、VRML 数据文件、STL 文件和 EB 数据文件。如果当前文件名存在，则系统直接按当前文件名存盘。

4．另存为

将当前绘制的图形另取一个文件名存储到磁盘上。

选择下拉菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出一个文件存储对话框。在对话框的文件名输入框内输入一个文件名，单击“保存”按钮，系统将文件另存为所给文件名。

5．打印

由输出设备输出图形，制造工程师的打印功能，采用了 Windows 的标准输出接口，因此可以支持任何 Windows 支持的打印机，在制造工程师系统内无须单独安装打印机，只需在 Windows 下安装即可。

1）选择下拉菜单“文件”→“打印”命令，系统弹出“打印”对话框，如图 5-21 所示。

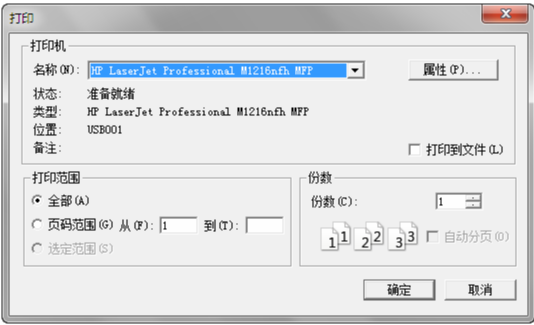


图 5-21 “打印”对话框

各选项的内容说明如下：

- 【打印机】：在此区域内选择打印机，并且相应地显示打印机的状态。
- 【打印到文件】：如果不将文档发送到打印机上打印，而将结果发送到文件中，可选中打印到文件复选框。选中该复选框后，系统将控制绘图设备的指令输出到一个扩展名为.prn 的文件中，而不是直接送往绘图设备。输出成功后，用户可单独使用此文件，在没有安装制造工程师的计算机上输出。
- 【份数】：打印的数量选择。

2）用户可根据当前绘图输出的需要从中选择设备型号、份数、打印范围等一系列相关内容，待确定后，即可进行绘图输出。

6．打印设置

用户可根据当前绘图输出的需要从中选择纸张大小、设备型号、图纸方向等一系列相关内容。

选择下拉菜单“文件”→“打印设置”命令，系统弹出“打印设置”对话框，如图 5-22 所示。

各选项的内容说明如下：

- 【打印机】：在此区域内选择打印机，并且相应地显示打印机的状态。
- 【纸张】：在此区域内设置当前所选打印机的纸张大小以及纸张来源。
- 【方向】：选择图纸方向为横放或竖放。

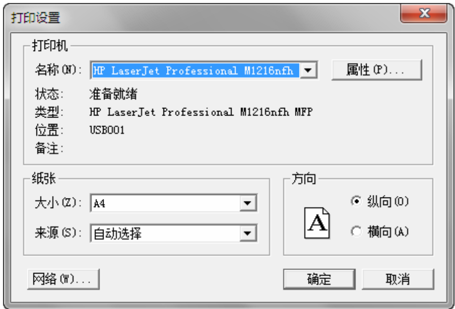


图 5-22 “打印设置”对话框

7．退出

关闭“ CAXA 制造工程师 ”。

1）选择下拉菜单“ 文件 ”→“ 关闭 ”命令，如果系统当前文件已经存盘，系统关闭。

2）如果系统当前文件没有存盘，则弹出一个确认对话框，如图 5-23 所示。

3）系统提示用户是否要存盘，选择“ 是 ”，保存文件；选择“ 否 ”，不保存文件关闭系统；选择“ 取消 ”则返回。

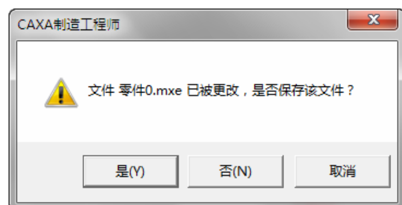


图 5-23 “ CAXA 制造工程师 ”对话框

5.2.3 视图操作

1．显示变换

制造工程师为用户提供了图形的显示命令，他们只改变图形在屏幕上显示的位置、比例、范围等，不改变原图形的实际尺寸。图形的显示控制对复杂零件和刀具轨迹观察和拾取具有重要作用。

选择下拉菜单“ 文件 ”→“ 显示变换 ”命令，在该菜单中的右侧弹出显示菜单项，如图 5-24 所示。



图 5-24 “ 显示变换 ”菜单

“ 显示变换 ”菜单中选项命令含义如下：

（1）显示重画　刷新当前屏幕所有图形。经过一段时间的图形绘制和编辑，屏幕绘图区中难免留下一些擦除痕迹，或者使一些有用图形出现部分残缺，这些由于编辑后而产生的屏幕垃圾，虽然不影响图形的输出结果，但影响屏幕的美观。使用重画功能，可对屏幕进行刷新，清除屏幕垃圾，使屏幕变得整洁美观。用户还可以通过 F4 键使图形显示重画。

（2）显示全部　将当前绘制的所有图形全部显示在屏幕绘图区内。用户还可以通过 F3 键使图形显示全部。

（3）显示窗口　提示用户输入一个窗口的上角点和下角点，系统将两角点所包含的图形充满屏幕绘图区加以显示。

- 选择“ 显示窗口 ”命令，按提示要求在所需位置输入显示窗口的第一个角点，输入后十字光标立即消失。此时再移动鼠标时，出现一个由方框表示的窗口，窗口大小可随鼠标的移动而改变。
- 窗口所确定的区域就是即将被放大的部分。窗口的中心将成为新的屏幕显示中心。在该方式下，不需要给定缩放系数，制造工程师将把给定窗口范围按尽可能大的原则，将选中区域内的图形按充满屏幕的方式重新显示出来。

（4）显示缩放　按照固定的比例将绘制的图形进行放大或缩小。用户也可以通过 PageUp 或 PageDown 来对图形进行放大或缩小，也可使用 Shift 配合鼠标右键，执行该项功能，还可以使用 Ctrl 键配合方向键，执行该项功能。

（5）显示旋转　将拾取到的零部件进行旋转。用户可以使用 Shift 键配合上、下、左、右方向键使屏幕中心进行显示旋转，也可以使用 Shift 键配合鼠标左键，执行该项功能。

选择“显示旋转”命令，或者直接单击按钮，在屏幕上选取一个显示中心点，拖动鼠标左键，系统立即将该点作为新的屏幕显示中心，将图形重新显示出来。

（6）显示平移　将用户输入的点作为屏幕显示的中心，把显示的图形移动到所需的位置。用户还可以使用上、下、左、右方向键使屏幕中心进行显示平移。

选择“显示平移”命令，或者直接单击按钮，在屏幕上选取一个显示中心点，单击鼠标左键，系统立即将该点作为新的屏幕显示中心将图形重新显示出来。

（7）显示效果　分为线架显示、消隐显示和真实感显示，如图 5-25 所示。

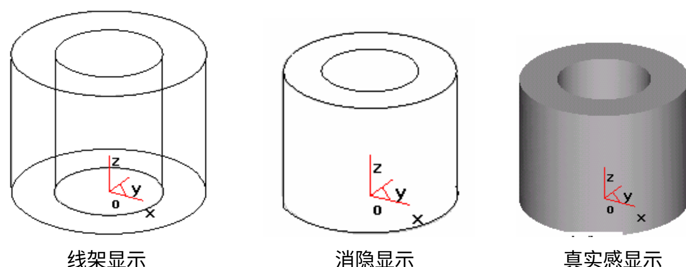


图 5-25　显示效果

【线架显示】：将零部件采用线架的显示效果进行显示。

【消隐显示】：将零部件采用消隐的显示效果进行显示。消隐显示只对实体的线架显示起作用，对线架造型和曲面造型的线架显示不起作用。

【真实感显示】：零部件采用真实感显示效果进行显示。

2．视向定位

从给定的方向观察图形，并通过输出视图输出给定方向的视图。

（1）显示系统视向　选择下拉菜单“显示”→“视向定位”命令，弹出“视向定位”对话框，如图 5-26 所示。双击系统视向中的某视图，图形按选择的视图来显示。系统中给定了 9 个固定的视向：主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图、后视图、正等侧视图、正二侧视图、正三侧视图（机床 XY 视图、机床轴侧视图）。



图 5-26 “视向定位”对话框

（2）用户添加定向视图　选择“添加视向类型”选项中“系统”或“当前文档”，单击“添加”按钮，弹出“显示命名”对话框，输入名称，如图5-27所示。单击“确定”按钮，该视向已加入到“系统视向”或“文档视向”中，可用视向定位对话框中的“更新”“删除”“清空系统视向”“清空文档视向”按钮编辑视向定位。



图5-27　“显示命名”对话框

- 【文档视向】：当将视向加入到“文档视向”中时，选择主菜单“文件”菜单中的“另存为”命令，弹出“存储文件”对话框，给出文件名，单击“保存”按钮保存文档视向，将视向永久地加入到该文件中，可用“打开”命令，选择文档视向文件，单击“打开”按钮可显示文件视向视图。
- 【系统视向】：若将视图加入到系统视向中，系统自动保存这一视向。

5.2.4　系统设置

系统设置功能提供重新设置用户喜欢的环境、操作等，包括颜色、层、拾取过滤、系统、光源、材质、自定义设置等。

1．当前颜色

选择下拉菜单“设置”→“当前颜色”命令，弹出“颜色管理”对话框，可以选择基本颜色或扩展颜色中任意颜色设置为系统当前颜色，如图5-28所示。

2．层设置

用于修改（查询）图层名、图层状态、图层颜色、图层可见性以及创建新图层。

选择下拉菜单“设置”→“层设置”命令，弹出“图层管理”对话框，如图5-29所示。



图5-28　“颜色管理”对话框

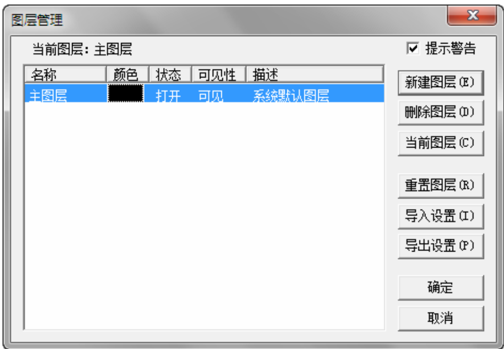


图5-29　“图层管理”对话框

- 【新建图层】：建立一个新图层。
- 【删除图层】：删除选定图层。
- 【当前图层】：将选定图层设置为当前层。
- 【重置图层】：恢复到系统中层设置初始化状态。
- 【导入设置】：调入导出的层状态。

- 【导出设置】：将当前层状态存储下来。当部分图层上存在有效元素时，无法重置图层和导入图层。

3．拾取过滤设置

设置拾取过滤和导航过滤类型。拾取过滤是指光标能够拾取到屏幕上的图形类型，拾取到的图形类型加亮显示；导航过滤是指光标移动到要拾取的图形类型附近时，图形能够加亮显示。

选择下拉菜单“设置”→“拾取过滤设置”命令，弹出“拾取过滤器”对话框，如图 5-30 所示。

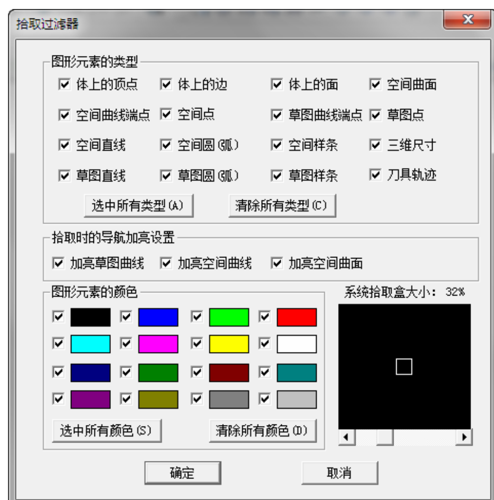


图 5-30　“拾取过滤器”对话框

如果要修改图形元素的类型、拾取时的导航加亮设置和图形元素的颜色，直接单击项目对应框即可。对于图形元素的类型和图形元素的颜色，可以单击下方的选择所有和清除所有按钮即可。要修改拾取盒的大小，只要拖动下方的滚动条就可以了。

- 【图形元素的类型】：体上的顶点，体上的边，体上的面，空间曲面，空间曲线端点，空间点，草图曲线端点，草图点，空间直线，空间圆（弧），空间样条，三维尺寸，草图直线，草图圆（弧），草图样条，刀具轨迹。
- 【拾取时的导航加亮设置】：加亮草图曲线、加亮空间曲线和加亮空间曲面。
- 【图形元素的颜色】：图形元素的各种颜色。
- 【系统拾取盒大小】：拾取元素时，系统提示导航功能。拾取盒的大小与光标拾取范围成正比。当拾取盒较大时，光标距离要拾取到的元素较远时，也可以拾取上该元素。

4．系统设置

用户根据绘图的需要，对系统的一系列参数进行设置。

（1）环境设置　F5～F8 快捷键定义（国标或机床）、键盘显示旋转角度、鼠标显示旋转角度、曲面 U 向网格数、曲面 V 向网格数、自动存盘操作次数、自动存盘文件名、系统层数上限和最大取消次数，如图 5-31 所示。

（2）参数设置　样条最大点数、最大长度、圆弧最大半径、系统精度上限、系统精度下

限、显示基准面的长度、显示基准面的宽度、工具状态。工具状态包括：点拾取工具、矢量拾取工具、轮廓拾取工具、岛拾取工具和选择集拾取工具，工具状态有两状态：锁定和回复，如图 5-32 所示。

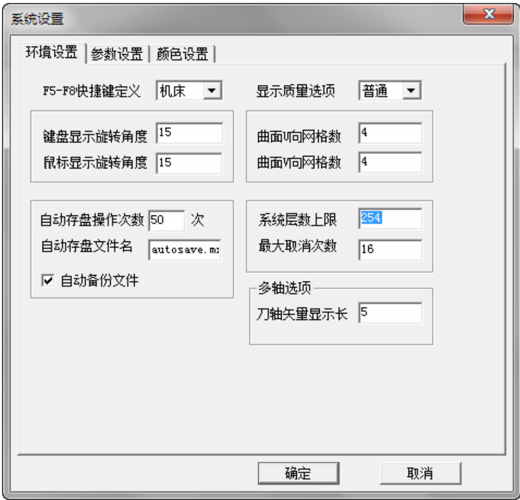


图 5-31　环境设置



图 5-32　参数设置

（3）颜色设置　修改拾取状态颜色、修改非当前坐标系颜色、修改无效状态颜色、修改当前坐标系颜色、修改背景颜色、修改刀具轨迹缺省颜色等，如图 5-33 所示。



图 5-33　颜色设置

5.2.5　基本操作方法

大多数常用键在 CAXA 制造工程师 2011 中的用法与传统的用法一样，但也具有独特的方面。

1．鼠标键的应用

1）鼠标左键：激活菜单命令、确定位置点、拾取元素等。

2）鼠标右键：确认拾取、结束操作、终止命令。再次单击鼠标右键，激活刚结束的上一个命令。

2．回车键和数值键

1）回车键：在绘图状态，点击曲线生成后，当需输入点时，按回车键，激活坐标输入条，输入坐标后再次按回车键完成点的生成。

2）数值键：输入数值

3．空格键

在下列情况下，需要按空格键：

1）当要输入点时，按空格键，系统弹出“点工具”菜单。

2）在曲面设计中，要选择方向时，按空格键，系统弹出“矢量工具”（方向工具）菜单。

3）当需要拾取元素时，按空格键，系统弹出“选择集拾取工具”菜单。

4）在有些操作如曲线组合时，按空格键，系统弹出选择设置快捷菜单。


注意

当用窗口拾取元素时，若是由左上角向右下角开窗口时，窗口要包含整个元素对象，才能被拾取到；若是从右下角向左上角拉时，只要元素对象的一部分在窗口内，就可拾取到整个元素。

4．功能热键

零件设计为用户提供热键操作，对于一个熟练的零件设计用户，热键将极大地提高工作效率，用户还可以自定义想要的热键。

- 【F1 键】：请求系统帮助。
- 【F2 键】：草绘器。用于“草图绘制”状态与“非草图绘制”状态间的切换。
- 【F3 键】：显示全部内容。
- 【F4 键】：重画（刷新）图形。
- 【F5 键】：将当前平面切换到 XOY 面，即 XOY 平面为视图平面。
- 【F6 键】：将当前平面切换到 YOZ 面，即 YOZ 平面为视图平面。
- 【F7 键】：将当前平面切换到 XOZ 面，即 XOZ 平面为视图平面。
- 【F8 键】：显示轴测图。即按轴测图显示图形。
- 【F9 键】：切换作图平面（xy、xz、yz），重复 F9 时图形在 3 个平面间切换。
- 【方向键】：显示平移，可使图形在屏幕上上下左右移动。
- 【Shift+方向键】：显示旋转。
- 【Ctrl+↑】：显示放大。
- 【Ctrl+↓】：显示缩小。
- 【Shift+鼠标左键】：显示旋转。
- 【Shift+鼠标右键】：显示缩放。
- 【Shift+鼠标（左键+右键）】：显示平移。

第 6 章　CAXA 制造工程师 CAD 功能

本章对 CAXA 制造工程师 2011 的 CAD 功能进行详细介绍。主要内容包括：空间曲线生成和编辑、曲面生成和编辑、实体造型创建和编辑等。

6.1　线架造型

线架造型用来描述三维对象的轮廓及断面特征，它主要由点、直线、曲线等组成，不具有面和体的特征。线架造型是曲面造型的基础。

6.1.1　曲线生成

CAXA 制造工程师 2011 为曲线绘制提供了 16 项功能：直线、圆弧、圆、矩形、椭圆、样条、点、公式曲线、多边形、二次曲线、等距线、曲线投影、相关线、样条、圆弧和文字等。利用这些功能，可方便快捷地绘制各种复杂图形。曲线生成命令集中在“曲线生成栏”工具栏中，如图 6-1 所示。



图 6-1 “曲线生成栏”工具栏

1．直线

直线是图形构成的基本要素。直线功能提供了两点线、平行线、角度线、切线/法线、角等分线和水平/铅垂线 6 种方式。

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“直线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“直线”按钮，在立即菜单中选取画线方式，根据状态栏提示完成操作，如图 6-2 所示。

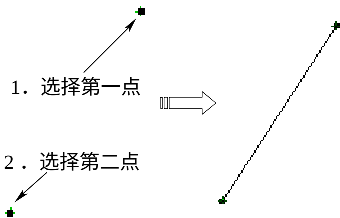


图 6-2　绘制直线

常用的直线绘制方法和参数说明见表 6-1。

表 6-1　直线绘制方法和参数说明

直线绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①两点线 两点线就是在屏幕上按给定两点画一条直线段，或按给定的连续条件画连续直线段	【连续】：指每段直线段相互连接，前一段直线段的终点为下一段直线段的起点 【单个】：指每次绘制的直线段相互独立，互不相关 【非正交】：可以画任意方向的直线，包括正交的直线 【正交】：是指所画直线与坐标轴平行。其中，“ 点方式 ” 指定两点来画出正交直线，“ 长度方式 ” 按指定长度和点来画出正交直线	
②平行线 按给定距离或通过给定的已知点绘制与已知线段平行且长度相等的平行线段	【过点】：是指过一点做已知直线的平行线 【距离】：是指按照固定的距离做已知直线的平行线，其中 “ 条数 ” 可以同时做出的多条平行线的数目	
③角度线 生成与坐标轴或一条直线成一定夹角的直线	夹角类型包括与 X 轴夹角、与 Y 轴夹角和与直线夹角 【与 X 轴夹角】：所做直线从起点与 X 轴正方向之间的夹角 【与 Y 轴夹角】：所做直线从起点与 Y 轴正方向之间的夹角 【与直线夹角】：所做直线从起点与已知之间的夹角	
④角等分线 按给定等分份数、给定长度画一条直线段，将一个角等分	【份数】：用于设置角平分线的分割数目 【长度】：用于设置角平分线的长度	
⑤切线/法线 过给定点作已知曲线的切线或法线	【切线】：用于绘制通过一点的切线 【法线】：用于绘制通过一点的法线	
⑥水平/铅垂线 生成平行或垂直于当前平面坐标轴的给定长度的直线	【水平】：绘制一条水平线 【铅垂】：绘制一条铅垂线 【水平+铅垂】：绘制一条水平线和一条铅垂线	

2．圆弧

圆弧是图形构成的基本要素，为了适应各种情况下圆弧的绘制。圆弧功能提供了 6 种方式：三点圆弧、圆心_起点_圆心角、圆心_半径_起终角、两点_半径、起点_终点_圆心角和起点_半径_起终角。

选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 曲线生成 ” → “ 圆弧 ” 命令，或者单击 “ 曲线生成栏 ” 工具栏上的 “ 圆弧 ” 按钮，选取画圆弧方式，根据提示，完成操作，如图 6-3 所示。

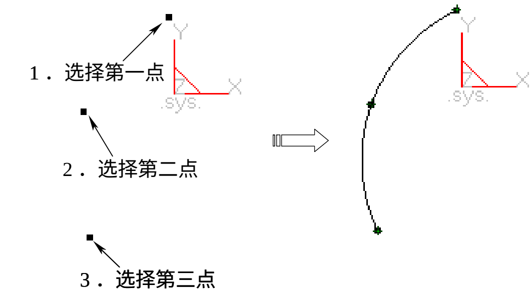


图 6-3　绘制圆弧

常用的圆弧绘制方法和参数说明见表 6-2。

表 6-2　圆弧绘制方法和参数说明

圆弧绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①三点圆弧	过三点画圆弧，其中第一点为起点，第三点为终点，第二点决定圆弧的位置和方向	
②圆心_起点_圆心角	已知圆心、起点及圆心角或终点画圆弧	
③圆心_半径_起终角	由圆心、半径和起终角画圆弧	
④两点_半径	已知两点及圆弧半径画圆弧	
⑤起点_终点_圆心角	已知起点、终点和圆心角画圆弧	
⑥起点_半径_起终角	由起点、半径和起终角画圆弧	

3．圆

圆是图形构成的基本要素。为了适应各种情况下圆的绘制，圆功能提供了圆心_半径、三点和两点_半径三种方式。

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮⊙，选取画圆方式，根据提示，完成操作，如图 6-4 所示。

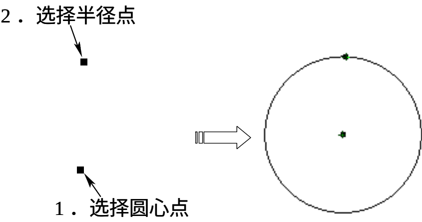


图 6-4　绘制圆

常用的圆绘制方法和参数说明见表 6-3。

表 6-3　圆绘制方法和参数说明

圆绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①圆心_半径	已知圆心和半径画圆	半径 圆心
②三点	过已知三点画圆	
③两点_半径	已知圆上两点和半径画圆	15

4．矩形

矩形是图形构成的基本要素。系统提供了“ 两点矩形 ”和“ 中心_长_宽 ”两种矩形绘制方式。

（1）两点矩形　选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲线生成 ”→“ 矩形 ”命令，或者单击“ 曲线生成栏 ”工具栏上的“ 矩形 ”按钮，选取“ 两点矩形 ”方式，依次选择两点，完成矩形绘制，如图 6-5 所示。

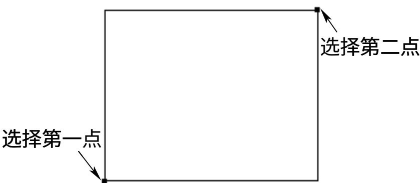


图 6-5　绘制两点矩形

（2）中心_长_宽　选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲线生成 ”→“ 矩形 ”命令，或者单击“ 曲线生成栏 ”工具栏上的“ 矩形 ”按钮，选取“ 中心_长_宽 ”方式，输入长、宽后，选择中心即可完成矩形绘制，如图 6-6 所示。



图 6-6　绘制中心_长_宽矩形

5．椭圆

用鼠标或键盘输入椭圆中心，然后按给定参数画一个任意方向的椭圆或椭圆弧。

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲线生成 ”→“ 椭圆 ”命令，或者单击“ 曲线生成栏 ”工具

栏上的 " 椭圆 " 按钮，设置相关参数，单击鼠标右键完成椭圆绘制，如图 6-7 所示。

【长半轴】：指椭圆的长轴尺寸值。

【短半轴】：指椭圆的短轴尺寸值。

【旋转角】：指椭圆的长轴与默认起始基准间夹角。

【起始角】：指画椭圆弧时起始位置与默认起始基准所夹的角度。

【终止角】：指画椭圆弧时终止位置与默认起始基准所夹的角度。

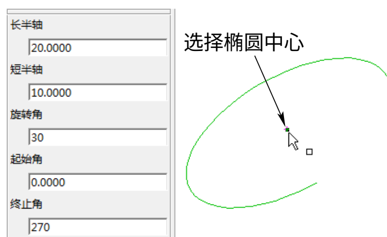


图 6-7　绘制椭圆

6．样条

生成过给定顶点（样条插值点）的样条曲线，点的输入可用鼠标输入或由键盘输入。

选择下拉菜单 " 造型 " → " 曲线生成 " → " 样条 " 命令，或者单击 " 曲线生成栏 " 工具栏上的 " 样条 " 按钮，在立即菜单中选取样条方式，根据状态栏提示，单击鼠标右键完成操作，如图 6-8 所示。

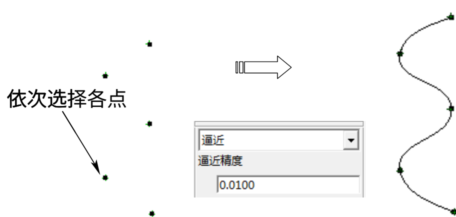


图 6-8　绘制样条

7．点

在屏幕指定位置处画一个孤立点，或在曲线上画等分点。

选择下拉菜单 " 造型 " → " 曲线生成 " → " 点 " 命令，或者单击 " 曲线生成栏 " 工具栏上的 " 点 " 按钮，选取画点方式，根据提示，单击鼠标右键完成操作，如图 6-9 所示。

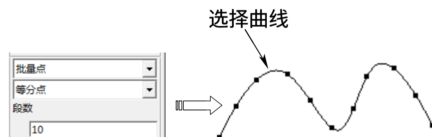


图 6-9　绘制点

常用的点绘制方法和参数说明见表 6-4。

表 6-4　点绘制方法和参数说明

点绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①单个点（生成单个点）	【工具点】：利用工具点菜单生成单个点	
	【曲线投影交点】：对于两条不相交的空间曲线，如果它们在当前平面的投影有交点，则在先拾取的直线上生成该投影交点	
	【曲面上投影点】：对于一个给定位置的点，通过矢量工具菜单给定一个投影方向，可以在一张曲面上得到一个投影点	
	【曲线曲面交点】：可以求一条曲线和一张曲面的交点	
②批量点（生成多个点）	【等分点】：生成曲线上按照指定段数等分点	
	【等距点】：生成曲线上间隔为给定弧长距离的点	
	【等角度点】：生成圆弧上等圆心角间隔的点	

8．公式曲线

公式曲线即数学表达式的曲线图形，也就是根据数学公式（或参数表达式）绘制出相应的数学曲线，给出的公式既可以是直角坐标形式，也可以是极坐标形式。

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“公式曲线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“公式曲线”按钮f(x)，弹出公式曲线对话框，选择坐标系，给出参数及参数方式，按“确定”按钮，给出公式曲线定位点，完成操作，如图 6-10 所示。

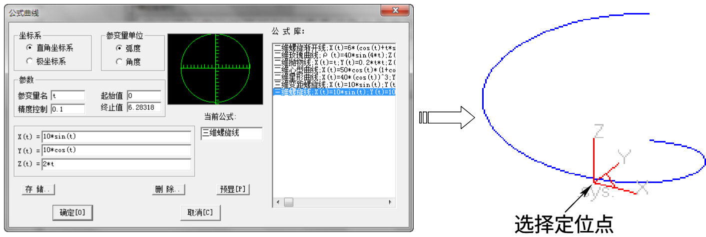


图 6-10　绘制公式曲线

9．多边形

在给定点处绘制一个给定内切圆或外接圆的半径、给定边数的正多边形。

（1）边方式　选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“多边形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“多边形”按钮，在立即菜单中选择边，输入边数，选择边的起点和终点，完成操作，如图 6-11 所示。

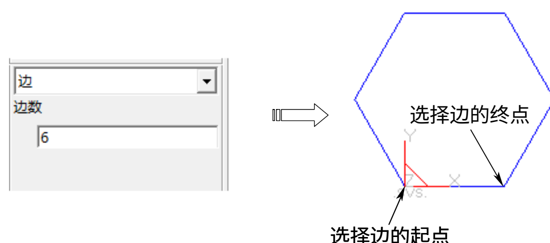


图 6-11　边方式绘制多边形

（2）中心方式　选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“多边形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“多边形”按钮，在立即菜单中选择中心、内切或外接，输入边数，输入中心和边的终点，完成操作，如图 6-12 所示。

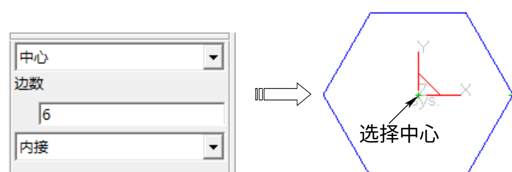


图 6-12　中心方式绘制多边形

10．等距线

绘制给定曲线的等距线，用鼠标单击带方向的箭头可以确定等距线位置。

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“等距线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“等距线”按钮，选取画等距线方式，根据提示，完成操作，如图 6-13 所示。

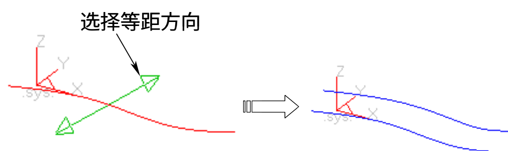


图 6-13　绘制等距线

11．相关线

绘制曲面的交线、边界线、参数线、法线、投影线和实体的边界线。

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“相关线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“相关线”按钮，选取画相关线方式，根据提示，完成操作，如图 6-14 所示。

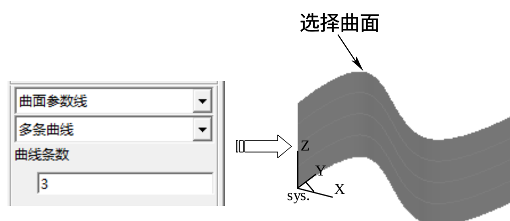


图 6-14　绘制相关线

常用的相关线绘制方法和参数说明见表 6-5。

表 6-5　相关线绘制方法和参数说明

相关线绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①曲面交线	求两曲面的交线	
②曲面边界线	求曲面的外边界线或内边界线	
③曲面参数线	求曲面的 U 向或 W 向的参数线	
④曲面法线	求曲面指定点处的法线	
⑤曲面投影线	求一条曲线在曲面上的投影线	
⑥实体边界	求特征生成后实体的边界线	

12．文字

在零件设计中输入文字。

指定文字输入点选择下拉菜单“造型”→“文字”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“文字”按钮A，弹出“文字输入”对话框，输入文字，单击“确定”按钮，完成操作，如图 6-15 所示。

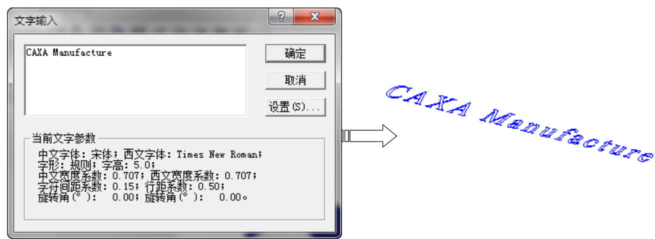


图 6-15　输入文字

6.1.2　曲线编辑

曲线编辑主要是有关曲线的常用编辑命令及操作方法，它是交互式绘图软件不可缺少的基本功能，对提高绘图速度和质量具有至关重要的作用。曲线编辑包括曲线裁剪、曲线过渡、曲线打断、曲线组合、曲线拉伸、曲线优化、样条型值点、样条控制点和样条端点切矢等功

能。曲线编辑命令集中在“线面编辑栏”工具栏中，如图 6-16 所示。

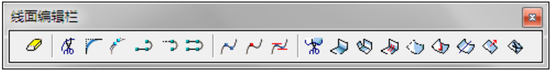


图 6-16　“线面编辑栏”工具栏

1．曲线裁剪

使用曲线做剪刀，裁掉曲线上不需要的部分。即利用一个或多个几何元素（曲线或点，称为剪刀）对给定曲线（称为被裁剪线）进行修整，删除不需要的部分，得到新的曲线。

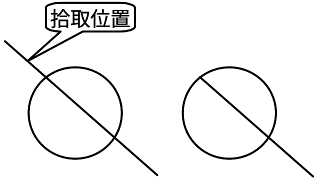


图 6-17　曲线裁剪

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线裁剪”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线裁剪”按钮，在立即菜单中选择“快速裁剪”和“正常裁剪”，拾取被裁剪线（选取被裁掉的段），单击鼠标右键，快速裁剪完成，如图 6-17 所示。

曲线裁剪共有四种方式：快速裁剪、线裁剪、点裁剪、修剪，其操作和参数说明见表 6-6。

表 6-6　曲线裁剪方法和参数说明

曲线裁剪方法	参 数 说 明	示　　例
①快速裁剪 快速裁剪指系统对曲线修剪具有指那裁那的特点	快速裁剪的方式：正常裁剪和投影裁剪 【正常裁剪】适用于裁剪同一平面上的曲线 【投影裁剪】适用于裁剪不共面的曲线	拾取位置
②线裁剪 以一条曲线作为剪刀，对其他曲线进行裁剪。线裁剪具有曲线延伸功能，可实现对曲线的延伸	拾取被裁剪曲线的位置，确定裁剪后保留的曲线段，有时拾取剪刀线的位置也会对裁剪结果产生影响：在剪刀线与被裁剪线有两个以上的交点时，系统约定取离剪刀线上拾取点较近的交点进行裁剪	剪刀线 被裁剪曲线的拾取位置 a）裁剪前 齐边效果 延伸功能 b）裁剪后
③点裁剪 利用点（通常是屏幕点）作为剪刀，对曲线进行裁剪。点裁剪具有曲线延伸功能，用户可以利用本功能实现曲线的延伸	在拾取了被裁剪曲线之后，利用点工具菜单输入一个剪刀点，系统对曲线在离剪刀点最近处施行裁剪	剪刀线 被裁剪曲线的拾取位置 a）裁剪前 齐边效果 延伸功能 b）裁剪后
④修剪 需要拾取一条曲线或多条曲线作为剪刀线，对一系列被裁剪曲线进行裁剪	“修剪”与“线裁剪”和“点裁剪”不同：“修剪”中系统将裁剪掉所拾取的曲线段，而保留在剪刀线另一侧的曲线段；“修剪”不采用延伸的做法，只在有实际交点处进行裁剪	剪刀线 拾取位置 a）裁剪前 b）裁剪后

2．曲线过渡

曲线过渡对指定的两条曲线进行圆弧过渡、尖角过渡或对两条直线进行倒角过渡。对圆弧过渡、尖角过渡、倒角过渡中需裁剪的情形，拾取的段均是需保留的段。

（1）圆弧过渡　用于在两条曲线之间进行给定半径的圆弧光滑过渡。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线过渡”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线过渡”按钮，在立即菜单中选择“圆弧过渡”，输入半径，选择是否裁剪曲线 1 和曲线 2，拾取第一条曲线、第二条曲线，圆弧过渡完成，如图 6-18 所示。

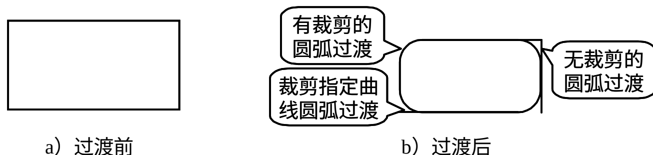


图 6-18　圆弧过渡

（2）尖角过渡　用于在给定的两条曲线之间进行过渡，过渡后在两条曲线的交点处呈尖角。尖角过渡后，一曲线被另一曲线裁剪，如图 6-19 所示。

（3）倒角过渡　用于在给定的两直线之间进行过渡，过渡后在两直线之间有一条给定角度和长度的直线，如图 6-20 所示。

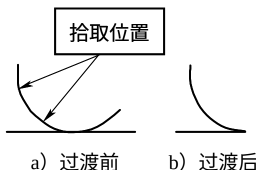


图 6-19　尖角过渡

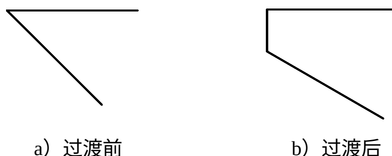


图 6-20　倒角过渡

3．曲线打断

曲线打断用于把拾取到的一条曲线在指定点处打断，形成两条曲线。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线打断”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线打断”按钮，拾取被打断的曲线，拾取打断点，单击鼠标右键，曲线打断完成，如图 6-21 所示。



图 6-21　曲线打断

4．曲线组合

曲线组合用于把拾取到的多条相连曲线组合成一条样条曲线。这种表示要求首尾相连的曲线是光滑的。如果首尾相连的曲线有尖点，系统会自动生成一条光滑的样条曲线。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线组合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线组合”按钮，按空格键，弹出拾取快捷菜单，选择拾取方式，按状态栏中提示拾

取曲线，单击鼠标右键，曲线组合完成，如图 6-22 所示。

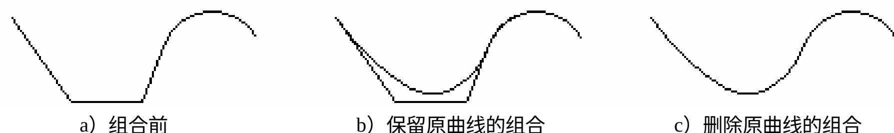


图 6-22　曲线组合

5．曲线拉伸

曲线拉伸用于将指定曲线拉伸到指定点。拉伸有伸缩和非伸缩两种方式，伸缩方式就是沿曲线的方向进行拉伸，而非伸缩方式是以曲线的一个端点为定点，不受曲线原方向的限制进行自由拉伸。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线拉伸”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线拉伸”按钮，在立即菜单中选择拉伸方式，按状态栏中提示拾取曲线进行拉伸，单击鼠标右键，曲线拉伸完成，如图 6-23 所示。

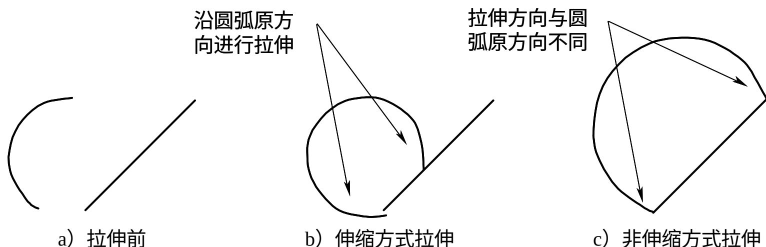


图 6-23　曲线拉伸

6．样条型值点

对已经生成的样条进行修改，编辑样条的型值点。本功能适合高级用户进行修改。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“样条型值点”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“样条型值点”按钮，拾取样条，拾取样条上某一插值点，点击新位置或直接输入坐标点结束操作，如图 6-24 所示。



图 6-24　样条型值点

7．样条控制顶点

对已经生成的样条进行修改，编辑样条的控制顶点。本功能适合高级用户进行修改。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“样条控制顶点”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“样条控制顶点”按钮，拾取样条，拾取样条上某一控制顶点，单击新位置或直接输入坐标点结束操作，如图 6-25 所示。

8．样条端点切矢

对已经生成的样条进行修改，编辑样条的端点切矢。本功能适合高级用户进行修改。

选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“样条端点切矢”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“样条端点切矢”按钮，拾取样条曲线，拾取样条线上某一端点，点击新位置或直接输入坐标点结束，如图 6-26 所示。

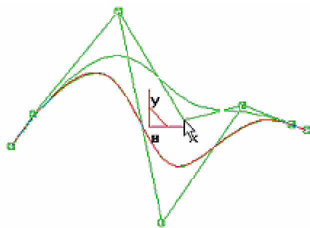


图 6-25　样条控制顶点

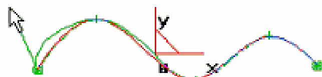


图 6-26　样条端点切矢

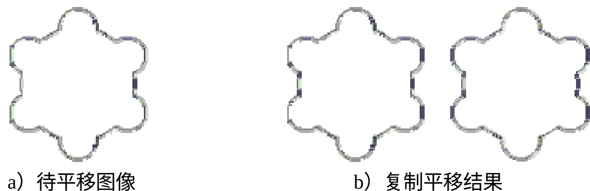
6.1.3　几何变换

几何变换对于编辑图形和曲面有着极为重要的作用，可以极大地方便用户。几何变换是指对线、面进行变换，对造型实体无效，而且几何变换前后线、面的颜色、图层等属性不发生变换。几何变换共有七种功能：平移、平面旋转、旋转、平面镜像、镜像、阵列和缩放。

1．平移

对拾取到的曲线或曲面进行平移或复制，平移有两种方式：两点或偏移量。两点方式就是给定平移元素的基点和目标点，来实现曲线或曲面的平移或复制。偏移量方式就是给出在 X、Y、Z 轴上的偏移量，来实现曲线或曲面的平移或复制。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“平移”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“平移”按钮，选择平移方式，按状态栏提示完成操作，如图 6-27 所示。



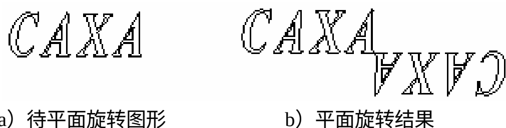
a）待平移图像　　b）复制平移结果

图 6-27　平移

2．平面旋转

对拾取到的曲线或曲面进行同一平面上的旋转或旋转复制。平面旋转有复制和平移两种方式。复制方式除了可以指定旋转角度外，还可以指定复制份数。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“平面旋转”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“平面旋转”按钮，在立即菜单中选取“移动”或“复制”，输入角度值，指定旋转中心，单击右键确认，平面旋转完成，如图 6-28 所示。



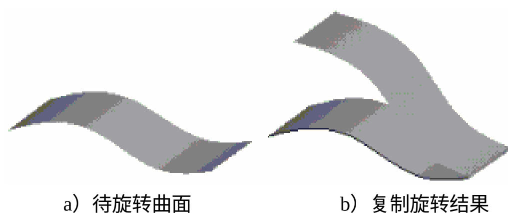
a）待平面旋转图形　　b）平面旋转结果

图 6-28　平面旋转

3．旋转

对拾取到的曲线或曲面进行空间的旋转或旋转复制。旋转有复制和平移两种方式。复制方式除了可以指定旋转角度外，还可以指定复制份数。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“旋转”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“旋转”按钮，在立即菜单中选取“移动”或“复制”，输入角度值，指定旋转中心，单击右键确认，旋转完成，如图 6-29 所示。



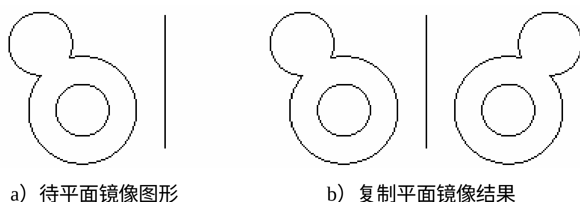
a）待旋转曲面　　b）复制旋转结果

图 6-29　旋转

4．平面镜像

对拾取到的曲线或曲面以某一条直线为对称轴，进行同一平面上的对称镜像或对称复制。平面镜像有复制和平移两种方式。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“平面镜像”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“平面镜像”按钮，在立即菜单中选取“移动”或“复制”，拾取镜像轴首点、镜像轴末点，拾取镜像元素，单击右键确认，平面镜像完成，如图 6-30 所示。



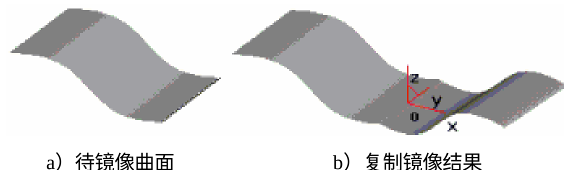
a）待平面镜像图形　　b）复制平面镜像结果

图 6-30　平面镜像

5．镜像

对拾取到的曲线或曲面以某一条直线为对称轴，进行空间上的对称镜像或对称复制。镜像有复制和平移两种方式。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“镜像”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“镜像”按钮，在立即菜单中选取“移动”或“复制”，拾取镜像平面上的第一点、第二点、第三点，三点确定一个平面，拾取镜像元素，单击右键确认，镜像完成，如图 6-31 所示。



a）待镜像曲面　　b）复制镜像结果

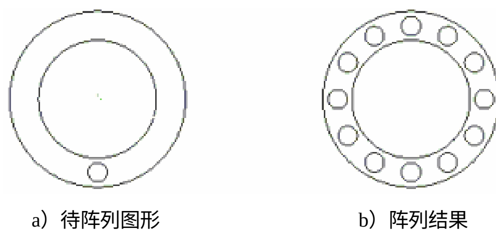
图 6-31　镜像

6．阵列

对拾取到的曲线或曲面，按圆形或矩形方式进行阵列复制。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“阵列”命令，或者单击“几何变换”工具栏

上的“阵列”按钮，在立即菜单中阵列方式，设置阵列参数，拾取阵列元素，单击右键确认，阵列完成，如图 6-32 所示。



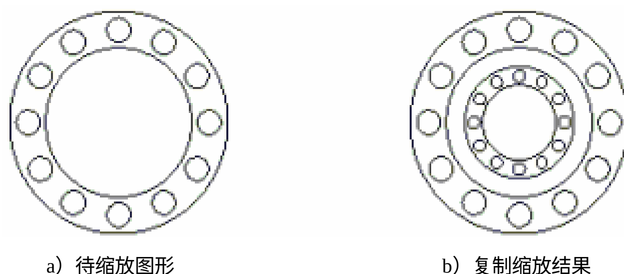
a）待阵列图形　　b）阵列结果

图 6-32　阵列

7．缩放

对拾取到的曲线或曲面进行按比例放大或缩小。缩放有复制和移动两种方式。

选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“缩放”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“缩放”按钮，在立即菜单中选取“复制”或“移动”，输入 X、Y、Z 轴的比例，输入基点，拾取需缩放的元素，单击右键确认，缩放完成，如图 6-33 所示。



a）待缩放图形　　b）复制缩放结果

图 6-33　缩放

6.1.4　曲线绘制实例

前面介绍了 CAXA 各种曲线生成和编辑方法，下面以图 6-34 所示的框架为例来讲解各种命令在实际产品模型中的应用，主要用到的曲线绘制功能有矩形、圆弧、圆、平移、平面旋转等。

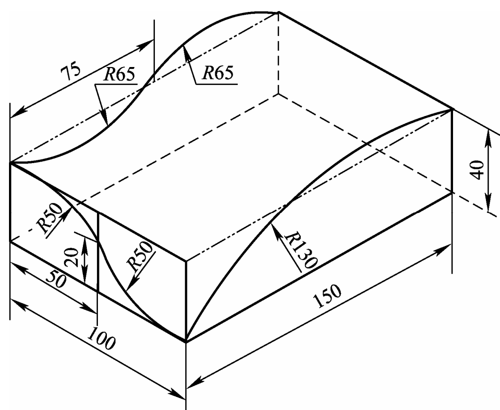


图 6-34　框架结构图

具体操作步骤如下：

1）双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“中心_长_宽”方式，输入长 100，宽 150 后，选择原点为中心，完成矩形绘制，如图 6-35 所示。

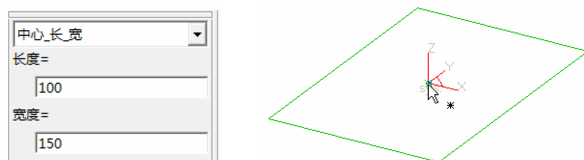


图 6-35 绘制矩形

3）选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“平移”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“平移”按钮，选择“偏移量”平移方式，设置 DZ=40，选择上一步所创建的矩形，单击鼠标右键完成操作，如图 6-36 所示。

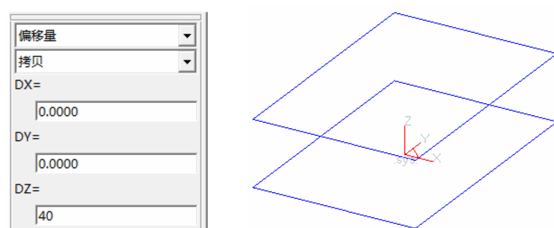


图 6-36 平移矩形

4）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，依次连接两个矩形对应顶点，如图 6-37 所示。

5）按 F9 键选择 YZ 平面为构图面，然后选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“两点_半径”画圆弧方式，依次捕捉如图 6-38 所示的端点，输入半径 130mm，绘制圆弧，如图 6-38 所示。

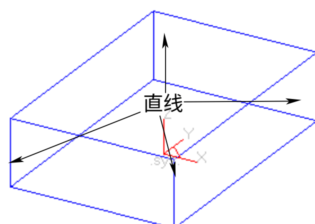


图 6-37 绘制直线

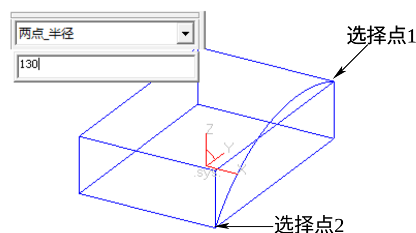


图 6-38 绘制圆弧

6）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“单个”和“正交”，依次捕捉连接如图 6-39 所示的中点绘制直线，如图 6-39 所示。

7）按 F9 键选择 XZ 平面为构图面，然后选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮，选取“两点_半径”画圆方式，捕捉选择如图 6-40 所示的两点输入半径 50mm，绘制圆。

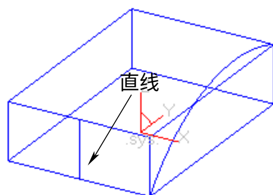


图 6-39　绘制直线

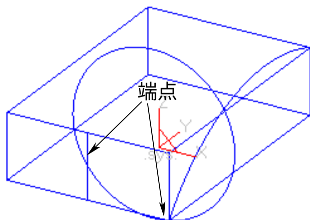


图 6-40　绘制圆

8）选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线裁剪”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线裁剪”按钮，在立即菜单中选择快速裁剪和正常裁剪，拾取被裁剪线（选取被裁掉的段），快速修剪圆，如图 6-41 所示。

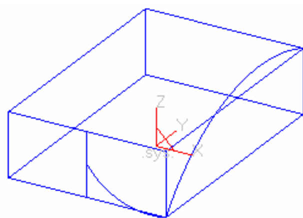


图 6-41　修剪圆

9）选择下拉菜单“造型”→“几何变换”→“平面旋转”命令，或者单击“几何变换”工具栏上的“平面旋转”按钮，在立即菜单中选取“复制”，输入角度值 180，指定如图 6-42 所示的旋转中心，选择旋转轮廓，单击鼠标右键完成旋转，如图 6-42 所示。

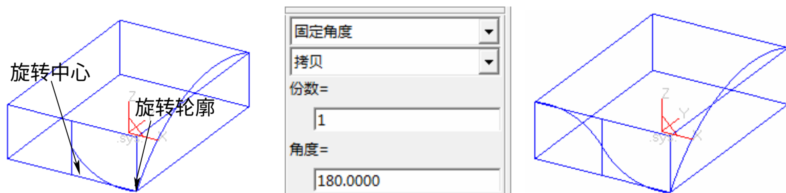


图 6-42　平面旋转

10）按 F9 选择 YZ 平面为构图面，然后选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮，选取“两点_半径”画圆方式，捕捉选择如图 6-43 所示的两点输入半径 65mm，绘制圆。

11）选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线裁剪”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线裁剪”按钮，在立即菜单中选择快速裁剪和正常裁剪，拾取被裁剪线（选取被裁掉的段），快速修剪圆，如图 6-44 所示。

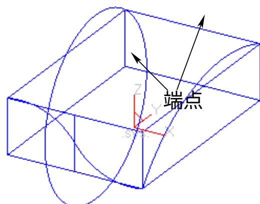


图 6-43　绘制圆

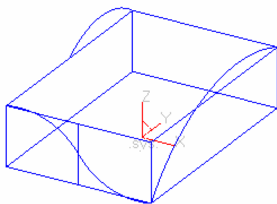


图 6-44　修剪圆

12）选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 几何变换 ”→“ 平面旋转 ”命令，或者单击“ 几何变换 ”工具栏上的“ 平面旋转 ”按钮，在立即菜单中选取“ 复制 ”，输入角度值 180，指定如图 6-45 所示的旋转中心，选择旋转轮廓，单击鼠标右键完成旋转，如图 6-45 所示。

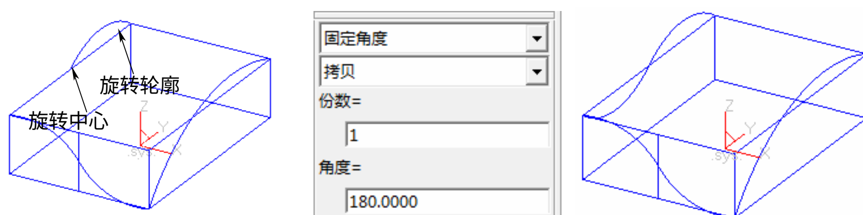


图 6-45　平面旋转

13）最后，按 Delete 键将多余线条删除，如图 6-46 所示。

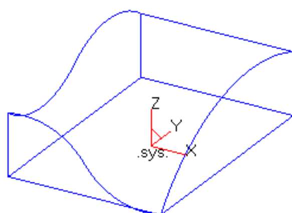


图 6-46　完成的线框架图

6.2　曲面造型

曲面造型由一定数量的曲面断面组成，描述三维物体的表面特征，曲面造型一般由线架造型经过处理得到。CAXA 制造工程师 2011 提供了丰富的曲面造型手段，通过在线框上构造所需定义的曲面来描述零件的外表面。

6.2.1　曲面生成

根据曲面特征线的不同组合方式，可以组织不同的曲面生成方式。曲面生成方式共有 10 种：直纹面、旋转面、扫描面、边界面、放样面、网格面、导动面、等距面、平面和实体表面。

1．直纹面

直纹面是由一根直线两端点分别在两曲线上匀速运动而形成的轨迹曲面。直纹面生成有三种方式：曲线+曲线、点+曲线和曲线+曲面。

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面生成 ”→“ 直纹面 ”命令，或者单击“ 曲面生成栏 ”工具栏上的“ 直纹面 ”按钮，在立即菜单中选择直纹面生成方式，按状态栏的提示操作，生成直纹面，如图 6-47 所示。

常用的直纹面绘制方法和参数说明见表 6-7。

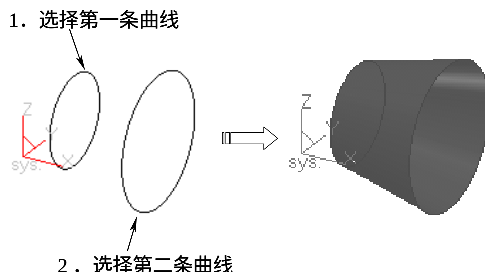


图 6-47　绘制直纹面

表 6-7　直纹面绘制方法和参数说明

直纹面绘制方法	参 数 说 明	示　例
①曲线+曲线 曲线+曲线是指在两条自由曲线之间生成直纹面	生成方式为“曲线+曲线”时，在拾取曲线时应注意拾取点的位置，应拾取曲线的同侧对应位置；否则将使两曲线的方向相反，生成的直纹面发生扭曲	
②点+曲线 点+曲线是指在一个点和一条曲线之间生成直纹面		
③曲线+曲面 曲线+曲面是指在一条曲线和一个曲面之间生成直纹面	曲线+曲面方式生成直纹面时，曲线沿着一个方向向曲面投影，同时曲线与这个方向垂直的平面内以一定的锥度扩张或收缩，生成另外一条曲线，在这两条曲线之间生成直纹面	


注意

①生成方式为“曲线+曲线”时，如系统提示“拾取失败”，可能是由于拾取设置中没有这种类型的曲线。解决方法是点取“设置”菜单中的“拾取过滤设置”，在“拾取过滤设置对话框”中的“图形元素的类型”中选择“选中所有类型”。②生成方式为“曲线+曲面”时，输入方向可利用矢量工具菜单。在需要这些工具菜单时，按空格键或单击鼠标中键即可弹出工具菜单。③生成方式为“曲线+曲面”时，当曲线沿指定方向，以一定的锥度向曲面投影作直纹面时，如曲线的投影不能全部落在曲面内，直纹面将无法作出。

2．旋转面

按给定的起始角度、终止角度将曲线绕一旋转轴旋转而生成的轨迹曲面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“旋转面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“旋转面”按钮，输入起始角和终止角角度值，拾取空间直线为旋转轴，并选择方向，拾取空间曲线为母线，拾取完毕即可生成旋转面，如图 6-48 所示。

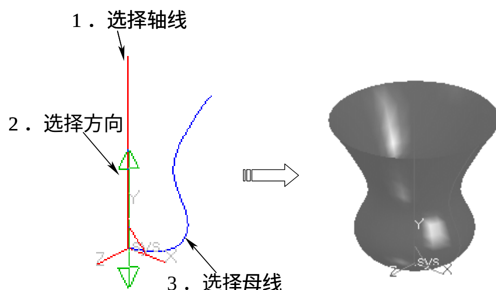


图 6-48　绘制旋转面


注意

选择方向时的箭头方向与曲面旋转方向两者遵循右手螺旋法则。

3．扫描面

按照给定的起始位置和扫描距离将曲线沿指定方向以一定的锥度扫描生成曲面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择扫描方向，拾取空间曲线，扫描面生成，如图 6-49 所示。

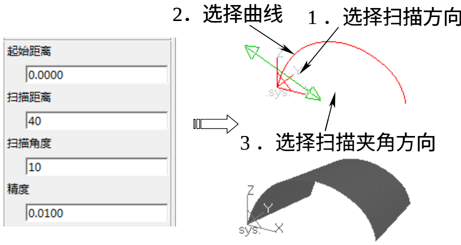


图 6-49　绘制扫描面

扫描面选项参数含义如下：

- 【起始距离】：是指生成曲面的起始位置与曲线平面沿扫描方向上的间距；
- 【扫描距离】：是指生成曲面的起始位置与终止位置沿扫描方向上的间距；
- 【扫描角度】：是指生成的曲面母线与扫描方向的夹角。

4．导动面

让特征截面线沿着特征轨迹线的某一方向扫动生成曲面。导动面生成有六种方式：平行导动、固接导动、导动线&平面、导动线&边界线、双导动线和管道曲面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“导动面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“导动面”按钮，选择导动方式，根据不同导动方式下的提示，完成操作，如图 6-50 所示。

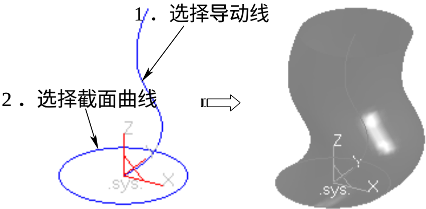


图 6-50　绘制导动面

常用的导动面绘制方法和参数说明见表 6-8。

表 6-8　导动面绘制方法和参数说明

导动面绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①平行导动	平行导动是指截面线沿导动线趋势始终平行它自身地移动而扫成生成曲面，截面线在运动过程中没有任何旋转	
②固接导动	固接导动是指在导动过程中，截面线和导动线保持固接关系，即让截面线平面与导动线的切矢方向保持相对角度不变，而且截面线在自身相对坐标架中的位置关系保持不变，截面线沿导动线变化的趋势导动生成曲面	单截面线　双截面线
③导动线＆平面	截面线按以下规则沿一条平面或空间导动线（脊线）扫动生成曲面。规则①截面线平面的方向与导动线上每一点的切矢方向之间相对夹角始终保持不变；②截面线的平面方向与所定义的平面法矢的方向始终保持不变	

5．等距面

按给定距离与等距方向生成与已知平面（曲面）等距的平面（曲面）。这个命令类似曲线中的“等距线”命令，不同的是“线”改成了“面”。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“等距面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“等距面”按钮，填入等距距离，拾取平面，选择等距方向，生成等距面，如图 6-51 所示。

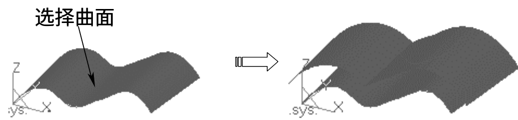


图 6-51　绘制等距面



注意

如果曲面的曲率变化太大，等距的距离应当小于最小曲率半径。

6．平面

平面用于生成所需平面曲面。平面与基准面的比较：基准面是在绘制草图时的参考面，而平面则是一个实际存在的面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“平面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“平面”按钮，拾取平面外轮廓线，并确定链搜索方向，选择箭头方向即可，拾取内轮廓线，并确定链搜索方向，每拾取一个内轮廓线确定一次链搜索方向。拾取完毕，单击鼠标右键，完成操作，如图 6-52 所示。

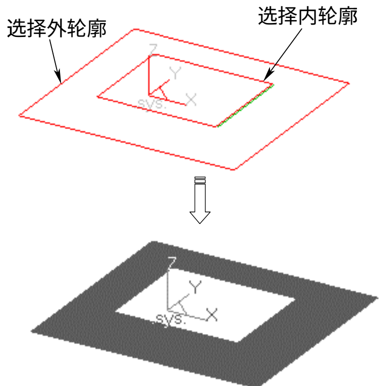


图 6-52　绘制平面

常用的平面绘制方法和参数说明见表 6-9。

表 6-9　平面绘制方法和参数说明

平面绘制方法	参 数 说 明	示　　例
①裁剪平面	由封闭内轮廓进行裁剪形成的有一个或者多个边界的平面。封闭内轮廓可以有多个	
②工具平面 包括 XOY 平面、YOZ 平面、ZOX 平面、三点平面、矢量平面、曲线平面和平行平面 7 种方式	【XOY 平面】：绕 X 或 Y 轴旋转一定角度生成一个指定长度和宽度的平面 【YOZ 平面】：绕 Y 或 Z 轴旋转一定角度生成一个指定长度和宽度的平面 【ZOX 平面】：绕 Z 或 X 轴旋转一定角度生成一个指定长度和宽度的平面	
	【矢量平面】：生成一个指定长度和宽度的平面，其法线的端点为给定的起点和终点 【曲线平面】：在给定曲线的指定点上，生成一个指定长度和宽度的法平面或切平面。有法平面和包络面两种方式	法平面　包络面
	【平行平面】：按指定距离，移动给定平面或生成一个复制平面（也可以是曲面）	

7．边界面

在由已知曲线围成的边界区域内生成曲面。边界面有两种类型：四边面和三边面。所谓四边面是指通过四条空间曲线生成平面；三边面是指通过三条空间曲线生成平面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“边界面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“边界面”按钮，选择四边面或三边面，拾取空间曲线，完成操作，如图 6-53 所示。

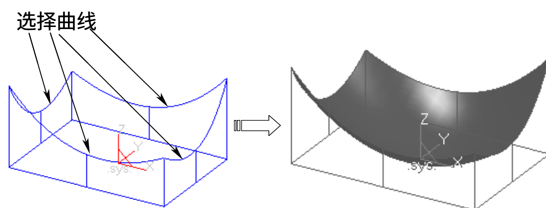


图 6-53 绘制边界面



注意

拾取的四条曲线必须首尾相连成封闭环，才能作出四边面；并且拾取的曲线应当是光滑曲线。

8．放样面

以一组互不相交、方向相同、形状相似的特征线（或截面线）为骨架进行形状控制，过这些曲线蒙面生成的曲面称之为放样曲面。有截面曲线和曲面边界两种类型。

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“放样面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“放样面”按钮，选择截面曲线方式，选择封闭或者不封闭曲面，拾取空间曲线为截面曲线，拾取完毕后单击鼠标右键确定，完成操作，如图 6-54 所示。

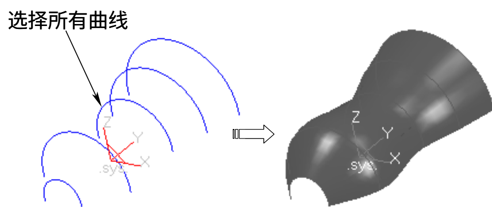


图 6-54 绘制放样面



注意

拾取的一组特征曲线互不相交，方向一致，形状相似，否则生成结果将发生扭曲，形状不可预料。截面线需保证其光滑性。用户需按截面线摆放的方位顺序拾取曲线。用户拾取曲线时需保证截面线方向的一致性。

9．网格面

网格曲线是由特征线组成横竖相交线。以网格曲线为骨架，蒙上自由曲面生成的曲面称

之为网格曲面。

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面生成 ”→“ 网格面 ”命令，或者单击“ 曲面生成栏 ”工具栏上的“ 网格面 ”按钮，拾取空间曲线为 U 向截面线，单击鼠标右键结束，拾取空间曲线为 V 向截面线，单击鼠标右键结束，完成操作，如图 6-55 所示。

10．实体表面

通过特征生成的实体表面剥离出来而形成一个独立的面。

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面生成 ”→“ 实体表面 ”命令，或者单击“ 曲面生成栏 ”工具栏上的“ 实体表面 ”按钮，按提示拾取实体表面，单击鼠标右键结束，完成操作，如图 6-56 所示。

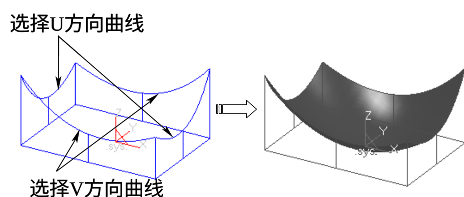


图 6-55　绘制网格面

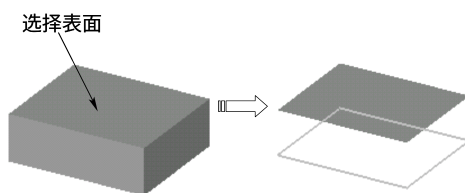


图 6-56　绘制实体表面

6.2.2　曲面编辑

曲面编辑主要讲述有关曲面的常用编辑命令及操作方法，它是制造工程师的重要功能。曲面编辑包括曲面裁剪、曲面过渡、曲面缝合、曲面拼接和曲面延伸五种功能，另外还有曲面优化和曲面重拟合功能。

1．曲面裁剪

曲面裁剪对生成的曲面进行修剪，去掉不需要的部分。

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面编辑 ”→“ 曲面裁剪 ”命令，或者单击“ 线面编辑栏 ”工具栏上的“ 曲面裁剪 ”按钮，在立即菜单中选择裁剪方式，按操作栏提示进行操作，如图 6-57 所示。

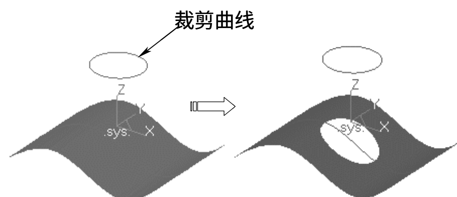


图 6-57　曲面裁剪

曲面裁剪有五种方式：投影线裁剪、等参数线裁剪、线裁剪、面裁剪和裁剪恢复。常用的曲面裁剪方法和参数说明见表 6-10。

表 6-10　曲面裁剪方法和参数说明

曲面裁剪方法	参 数 说 明	示　　例
①投影线裁剪	投影线裁剪是将空间曲线沿给定的固定方向投影到曲面上，形成剪刀线来裁剪曲面	a）裁剪前　b）裁剪后
②线裁剪	曲面上的曲线沿曲面法矢方向投影到曲面上，形成剪刀线来裁剪曲面	a）裁剪前　b）裁剪后
③面裁剪	剪刀曲面和被裁剪曲面求交，用求得的交线作为剪刀线来裁剪曲面	a）裁剪前　b）裁剪后
④等参数线裁剪	以曲面上给定的等参数线为剪刀线来裁剪曲面，有裁剪和分裂两种方式。参数线的给定可以通过立即菜单选择过点或者指定参数来确定	a）裁剪前　b）裁剪后
⑤裁剪恢复	将拾取到的曲面裁剪部分恢复到没有裁剪的状态。如拾取的裁剪边界是内边界，系统将取消对该边界施加的裁剪。如拾取的裁剪边界是外边界，系统将把外边界回复到原始边界状态	

2．曲面过渡

在给定的曲面之间以一定的方式作给定半径或半径规律的圆弧过渡面，以实现曲面之间的光滑过渡。曲面过渡就是用截面是圆弧的曲面将两张曲面光滑连接起来，过渡面不一定过原曲面的边界。

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面过渡”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面过渡”按钮，在立即菜单中选择过渡方式，按操作栏提示进行操作，如图 6-58 所示。

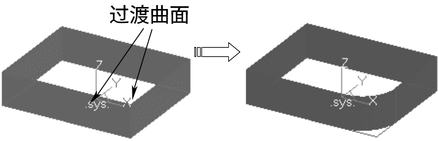


图 6-58　曲面过渡

曲面过渡共有七种方式：两面过渡、三面过渡、系列面过渡、曲线曲面过渡、参考线过渡、曲面上线过渡和两线过渡。常用的曲面过渡方法和参数说明见表 6-11。

表 6-11　曲面过渡方法和参数说明

曲面过渡方法	参 数 说 明	示　　例
①两面过渡	在两个曲面之间进行给定半径或给定半径变化规律的过渡，生成的过渡面截面将沿两曲面的法矢方向摆放	
②三面过渡	在三张曲面之间对两两曲面进行过渡处理，并用一张角面将所得的三张过渡面连接起来	a）三个曲面及其过渡方向　a）三曲面内过渡
③系列面过渡	系列面是指首尾相接、边界重合，并在重合边界处保持光滑连接的多张曲面的集合。系列面过渡就是在两个系列面之间进行过渡处理	a）过渡前　b）过渡后
④曲线曲面过渡	过曲面外一条曲线，做曲线和曲面之间的等半径或变半径过渡面	a）待过渡的曲线和曲面　b）等半径过渡结果
⑤参考线过渡	给定一条参考线，在两曲面之间做等半径或变半径过渡，生成的相切过渡面截面将位于垂直参考线的平面内	a）等过渡的曲面和参考线　b）参考线过渡结果
⑥曲面上线过渡	两曲面做过渡，指定第一曲面上的一条线为过渡面的导引边界线的过渡方式。系统生成的过渡面将和两张曲面相切，并以导引线为过渡面的一个边界，即过渡面过此导引线和第一曲面相切。导引线必须光滑，并在第一曲面上，否则系统不予处理	a）等过渡的曲面和曲线　b）过渡结果
⑦两线过渡	两曲线间作过渡，生成给定半径的以两曲面的两条边界线或者一个曲面的一条边界线和一条空间脊线为边生成过渡面。两线过渡有两种方式：脊线+边界线和两边界线	a）需要过渡的两个面　b）过渡结果

3．曲面缝合

曲面缝合是指将两张曲面光滑连接为一张曲面。

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面缝合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面缝合”按钮，在立即菜单中选择缝合方式，按操作栏提示进行操作，如图 6-59 所示。

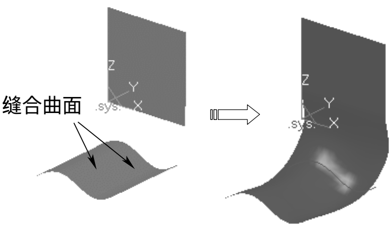


图 6-59　曲面缝合

曲面缝合有两种方式：通过曲面 1 的切矢进行光滑过渡连接；通过两曲面的平均切矢进行光滑过渡连接，见表 6-12。

表 6-12　曲面缝合方法和参数说明

曲面缝合方法	参 数 说 明	示　　例
①曲面切矢	曲面切矢方式曲面缝合，即在第一张曲面的连接边界处按曲面 1 的切方向和第二张曲面进行连接，这样，最后生成的曲面仍保持有曲面 1 形状的部分	曲面1 a）待缝合两曲面　b）缝合结果
②平均切矢	平均切矢方式曲面缝合，在第一张曲面的连接边界处按两曲面的平均切方向进行光滑连接。最后生成的曲面在两个曲面处都改变了形状	a）待缝合曲面　b）缝合结果

4．曲面拼接

曲面拼接面是曲面光滑连接的一种方式，它可以通过多个曲面的对应边界，生成一张曲面与这些曲面光滑相接。

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面拼接”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面拼接”按钮，在立即菜单中选择拼接方式，按操作栏提示进行操作，如图 6-60 所示。

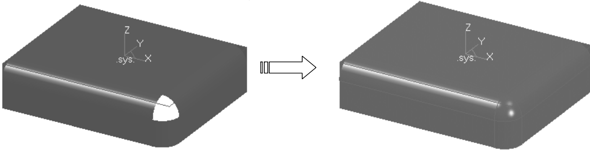


图 6-60　曲面拼接

曲面拼接共有三种方式：两面拼接、三面拼接和四面拼接。常用的曲面拼接方法和参数说明见表 6-13。

表 6-13　曲面拼接方法和参数说明

曲面拼接方法	参 数 说 明	示　　例
①两面拼接	做一曲面，使其连接两给定曲面的指定对应边界，并在连接处保证光滑。当遇到要把两个曲面从对应的边界处光滑连接时，用曲面过渡的方法无法实现，因为过渡面不一定通过两个原曲面的边界。这时就需要用到曲面拼接的功能，过曲面边界光滑连接曲面	a）待拼接曲面　b）拼接结果
②三面拼接	做一曲面，使其连接三个给定曲面的指定对应边界，并在连接处保证光滑。三个曲面在角点处两两相接，成为一个封闭区域，中间留下一个“洞”，三面拼接就能光滑拼接三张曲面及其边界而进行“补洞”处理	拼接曲面 a）需拼接的三张曲面　b）拼接结果
③四面拼接	做一曲面，使其连接四个给定曲面的指定对应边界，并在连接处保证光滑。四个曲面在角点处两两相接，形成一个封闭区域，中间留下一个“洞”，四面拼接就能光滑拼接四张曲面及其边界而进行“补洞”处理	a）需拼接的四张曲面　b）拼接结果

5．曲面延伸

曲面延伸把原曲面按所给长度沿相切的方向延伸出去，扩大曲面，以帮助用户进行下一步操作。

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面延伸”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面延伸”按钮，在立即菜单中选择延伸方式，输入长度或比例值，选择延伸曲面，延伸完成，如图 6-61 所示。

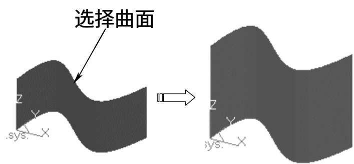


图 6-61　曲面延伸

6.2.3　曲面造型实例

前面介绍了 CAXA 各种曲面生成和编辑方法，下面以图 6-62 所示的曲面为例来讲解各种命令在实际产品模型中的应用，主要用到的曲面绘制命令有边界面、网格面、平面、曲面缝合、曲面裁剪、镜像、过渡等。

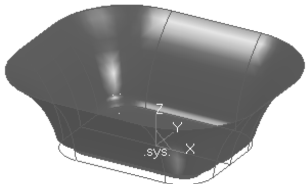


图 6-62　曲面图

具体操作步骤如下：

1）双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“边界面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“边界面”按钮，在立即菜单中选择四边面，拾取如图 6-63 所示的空间曲线，

完成操作，如图 6-63 所示。

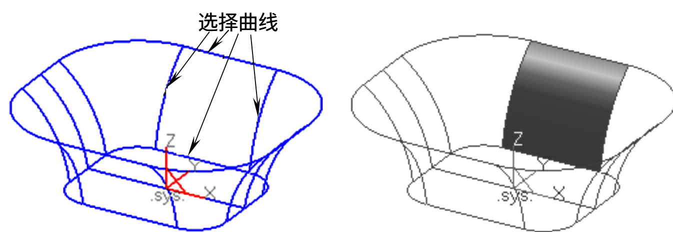


图 6-63 创建边界面 1

3）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“边界面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“边界面”按钮，在立即菜单中选择四边面，拾取如图 6-64 所示的空间曲线，完成操作，如图 6-64 所示。

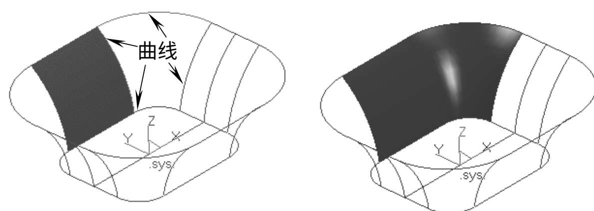


图 6-64 创建边界面 2

4）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“边界面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“边界面”按钮，在立即菜单中选择四边面，拾取如图 6-65 所示的空间曲线，完成操作，如图 6-65 所示。

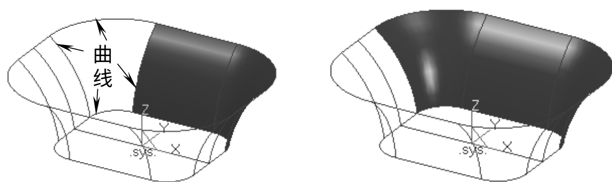


图 6-65 创建边界面 3

5）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“网格面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“网格面”按钮，拾取空间曲线为 U 向截面线，单击鼠标右键结束，拾取空间曲线为 V 向截面线，单击鼠标右键结束，完成操作，如图 6-66 所示。

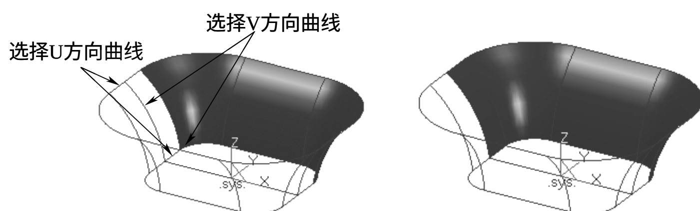


图 6-66 创建网格面 1

6）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“网格面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“网格面”按钮，拾取空间曲线为 U 向截面线，单击鼠标右键结束，拾取空间曲线为 V 向截面线，单击鼠标右键结束，完成操作，如图 6-67 所示。

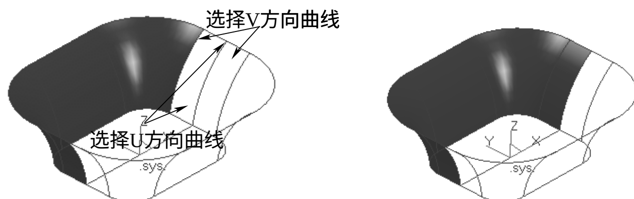


图 6-67　创建网格面 2

7）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“平面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“平面”按钮，拾取如图 6-68 所示的外轮廓线，每拾取一个内轮廓线确定一次链搜索方向，拾取完毕，单击鼠标右键，完成操作，如图 6-68 所示。

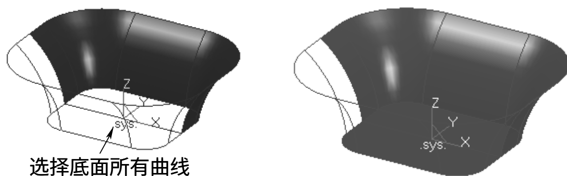


图 6-68　绘制平面

8）选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面裁剪”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面裁剪”按钮，在立即菜单中选择“投影线裁剪”和“正常裁剪”方式，拾取上一步所创建平面为裁剪曲面，按空格键在弹出的菜单中选择“Z 轴正方向”，拾取如图 6-69 所示的剪刀线，单击鼠标右键完成操作，如图 6-69 所示。

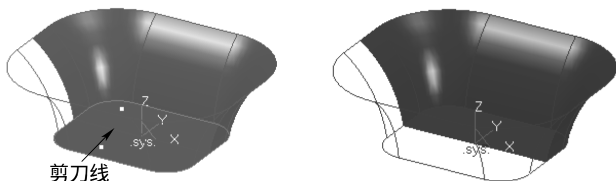


图 6-69　曲面裁剪

9）选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面缝合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面缝合”按钮，在立即菜单中选择“平均切矢”缝合方式，依次两两选择周边所有曲面进行缝合，如图 6-70 所示。



注意

曲面缝合只能两两曲面进行缝合，因此在缝合上部曲面时要进行多次操作才能缝合成功。

10）选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面过渡”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面过渡”按钮，在立即菜单中选择“两面过渡”方式，等半径为 5mm，

依次选择曲面进行操作，如图 6-71 所示。

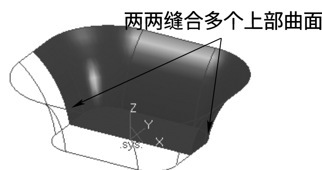


图 6-70　缝合曲面

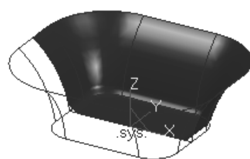


图 6-71　曲面过渡



注意

选择过渡曲面后，提示选择方向，要选择圆角圆心所在一侧作为曲面过渡方向。

11）选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 几何变换 ”→“ 镜像 ”命令，或者单击“ 几何变换 ”工具栏上的“ 镜像 ”按钮，在立即菜单中选取“ 复制 ”，拾取镜像平面上的第一点、第二点、第三点，拾取所有曲面为镜像元素，单击右键确认，镜像完成，如图 6-72 所示。

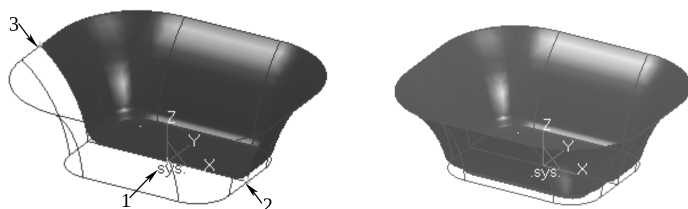


图 6-72　镜像曲面

6.3　实体造型

实体造型设计是零件设计模块的重要组成部分。CAXA 制造工程师的零件设计采用精确的特征实体造型技术，它完全抛弃了传统的体素合并和交并差的繁琐方式，使整个设计过程直观、简单、准确。

6.3.1　草图的绘制

实体造型是一个特征对应一个草图，因此有必要首先介绍草图有关知识，通常草图创建步骤是选择合适的基准平面，构建草图，绘制草图曲线。

1．草图简介

草图，也称轮廓，相当于建筑物的地基，是指生成三维实体必须依赖的封闭曲线组合，即为特征造型准备的一个平面图形，也就是图中所示的投影图形。造型中，经常使用到“ 草图曲线 ”和“ 空间曲线 ”。所谓草图曲线就是在草图状态下绘制的曲线，空间曲线是指在非草图状态下绘制的曲线。

一个零件是由多个特征叠加而成，因此，我们在绘制草图的时候也要根据特征来进行分

解。例如，在绘制如图 6-73 所示的零件时，先绘制如图 6-74 所示的草图。

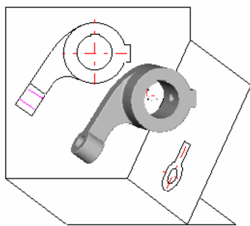


图 6-73　零件

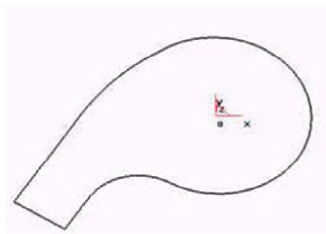


图 6-74　草图

在绘制草图的时候，可以通过两种方法进行。

1）先绘制出图形的大致形状，然后通过草图参数化的功能，对图形进行修改，最终获得所期望的图形。

2）直接按照标准尺寸精确作图。



注意

无论用哪种方法都要利用曲线方法来绘制草图轮廓，曲线生成命令集中在“曲线生成栏”工具栏中，在草图环境中进行曲线绘制的方法和过程与空间曲线的绘制基本相同，读者可参考“曲线生成”一节相关内容进行学习，本节介绍草图中尺寸编辑和驱动内容。

2．草图创建流程

（1）选择草绘基准面　草图绘制必须依靠一个基准面，在绘图前首先需要确定基准平面，可选择已有平面，“XY 平面”、“YZ 平面”和“XZ 平面”，也可以是已经绘制好的实体表面和其他构造好的平面。单击基准面即可选择和确定，屏幕绘图区出现一红色线框，表示已经选中基准面。

（2）进入草图绘制状态　选择基准面后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态。

（3）草图图形绘制　在草图绘制状态下，利用平面曲线生成命令绘制草图，先绘制出大致轮廓，然后再通过草图参数化功能对图形进行修改，最终可得到实际需要的图形。

（4）退出草图　在绘制和修改草图后，再次单击“绘制草图”按钮，表示退出草图模式，完成草图绘制。

3．草图尺寸

在草图环境下，可以任意绘制曲线，大可不必考虑坐标和尺寸的约束。然后，对绘制的草图标注尺寸，只需改变尺寸的数值，二维草图就会随着给定的尺寸值而变化，达到最终希望的精确形状，这就是零件设计的草图参数化功能，也就是尺寸驱动功能。草图参数化修改适用于图形的几何关系保持不变，只对某一尺寸进行修改。

尺寸模块中共有三个功能：尺寸标注、尺寸编辑和尺寸驱动，下面依次进行详细介绍。

（1）尺寸标注　在草图状态下，对所绘制的图形标注尺寸。

选择下拉菜单“造型”→“尺寸”→“尺寸标注”命令，或者单击“曲面生成栏”工具

栏上的 “ 尺寸标注 ” 按钮，拾取尺寸标注元素，拾取另一尺寸标注元素或指定尺寸线的位置，完成操作，如图 6-75 所示。

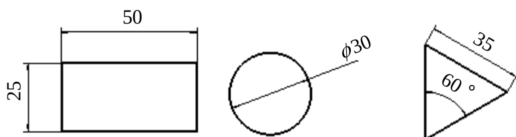


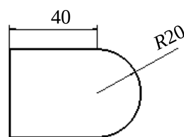
图 6-75　尺寸标注

（2）尺寸编辑　在草图状态下，对标注的尺寸进行标注位置上的修改。在非草图状态下，不能编辑尺寸。

选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 尺寸 ” → “ 尺寸编辑 ” 命令，或者单击 “ 曲面生成栏 ” 工具栏上的 “ 尺寸编辑 ” 按钮，拾取需要编辑的尺寸元素，修改尺寸线位置，尺寸编辑完成，如图 6-76 所示。

（3）尺寸驱动　用于修改某一尺寸，而图形的几何关系保持不变。在非草图状态下，不能驱动尺寸。

选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 尺寸 ” → “ 尺寸驱动 ” 命令，或者单击 “ 曲面生成栏 ” 工具栏上的 “ 尺寸驱动 ” 按钮，拾取要驱动的尺寸，弹出尺寸数值对话框，输入新的尺寸值，尺寸驱动完成，如图 6-77 所示。



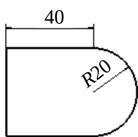
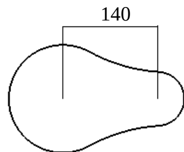


图 6-76　尺寸编辑



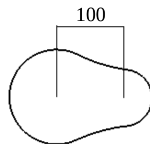


图 6-77　尺寸驱动

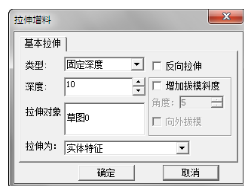
6.3.2　特征生成

通常的特征包括孔、槽、型腔、点、凸台、圆柱体、块、锥体、球体、管子等，CAXA 制造工程师的特征设计可以方便地建立和管理这些特征信息。下面分别加以介绍。

1．拉伸增料

将一个轮廓曲线根据指定的距离做拉伸操作，用以生成一个增加材料的特征。

选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 特征生成 ” → “ 增料 ” 命令，或者单击 “ 特征生成栏 ” 工具栏上的 “ 拉伸增料 ” 按钮，弹出 “ 拉伸增料 ” 对话框，选取拉伸类型，填入深度，拾取草图，单击 “ 确定 ” 完成操作，如图 6-78 所示。



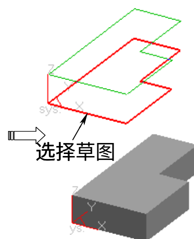


图 6-78　拉伸增料

（1）类型　包括 “ 固定深度 ”“ 双向拉伸 ”

和“拉伸到面”。

- 【固定深度】：是指按照给定的深度数值进行单向的拉伸。
- 【双向拉伸】：是指以草图为中心，向相反的两个方向进行拉伸，深度值以草图为中心平分。
- 【拉伸到面】：是指拉伸位置以曲面为结束点进行拉伸，需要选择要拉伸的草图和拉伸到的曲面。

（2）深度　指拉伸的尺寸值，可以直接输入所需数值，也可以点击按钮来调节。

（3）拉伸对象　指对需要拉伸的草图的选取。

（4）反向拉伸　指与默认方向相反的方向进行拉伸。

（5）增加拔模斜度　指使拉伸的实体带有锥度。

- 【角度】：指拔模时母线与中心线的夹角。
- 【向外拔模】：指与默认方向相反的方向进行操作。

2．拉伸除料

将一个轮廓曲线根据指定的距离做拉伸操作，用以生成一个增加材料的特征。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“拉伸”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸除料”按钮，弹出“拉伸除料”对话框，选取拉伸类型，填入深度，拾取草图，单击“确定”完成操作，如图 6-79 所示。

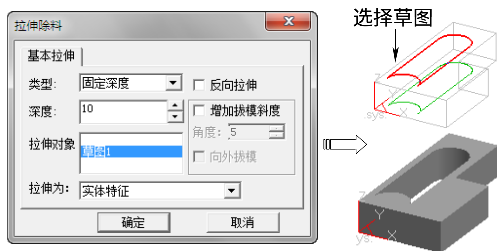


图 6-79　拉伸除料

3．旋转增料

通过围绕一条空间直线旋转一个或多个封闭轮廓，增加生成一个特征。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”→“旋转”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“旋转增料”按钮，弹出“旋转”对话框，选取旋转类型，填入角度，拾取草图和轴线，单击“确定”完成操作，如图 6-80 所示。

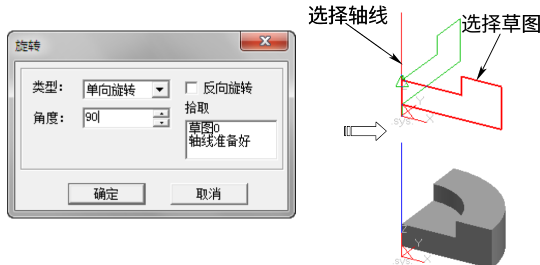


图 6-80　旋转增料

4．旋转除料

通过围绕一条空间直线旋转一个或多个封闭轮廓，移除生成一个特征。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“旋转”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“旋转除料”按钮，弹出“旋转”对话框，选取旋转类型，填入角度，拾取草图和轴线，单击“确定”完成操作，如图 6-81 所示。

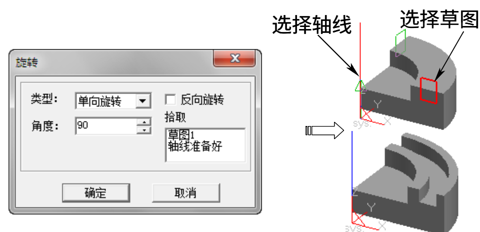


图 6-81　旋转除料

5．放样增料

根据多个截面线轮廓生成一个实体，截面线应为草图轮廓。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”→“放样”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“放样”按钮，弹出“放样”对话框，选取轮廓线，单击“确定”完成操作，如图 6-82 所示。

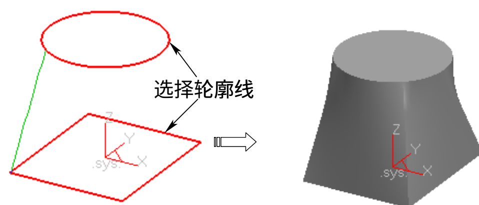


图 6-82　放样增料

6．放样除料

根据多个截面线轮廓移除一个实体，截面线应为草图轮廓。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“放样”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“放样除料”按钮，弹出“放样”对话框，选取轮廓线，单击“确定”完成操作，如图 6-83 所示。

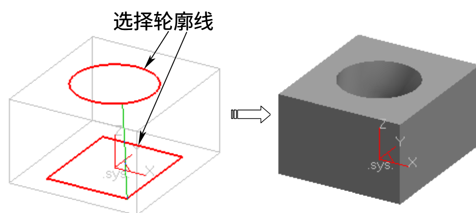


图 6-83　放样除料

7．导动增料

将某一截面曲线或轮廓线沿着另外一条轨迹线运动生成一个特征实体。截面线应为封闭的草图轮廓，轨迹线应为空间曲线。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”→“导动”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“导动增料”按钮，弹出“导动”对话框，选取轮廓截面线和轨迹线，单击“确定”完成操作，如图 6-84 所示。

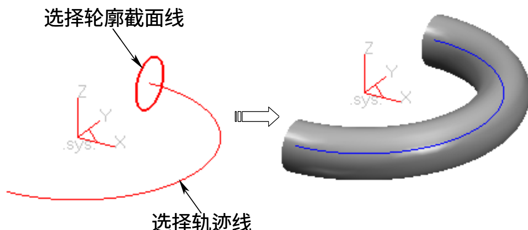
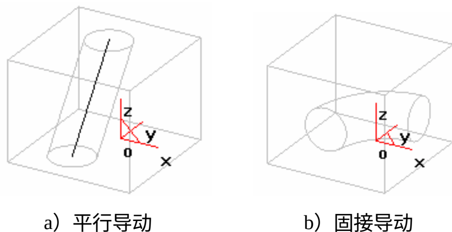


图 6-84　导动增料

“导动”选型控制中包括“平行导动”和“固接导动”两种方式，如图 6-85 所示。

- 【平行导动】：是指截面线沿导动线趋势始终平行它自身移动而生成的特征实体。
- 【固接导动】：是指在导动过程中，截面线和导动线保持固接关系，即让截面线平面与导动线的切矢方向保持相对角度不变，而且截面线在自身相对坐标架中的位置关系保持不变，截面线沿导动线变化的趋势导动生成特征实体。



a）平行导动　　b）固接导动

图 6-85　导动类型

8．导动除料

将某一截面曲线或轮廓线沿着另外一轨迹线运动移出一个特征实体。截面线应为封闭的草图轮廓，轨迹线应为空间曲线。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“导动”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“导动除料”按钮，弹出“导动”对话框，选取轮廓截面线和轨迹线，单击“确定”完成操作，如图 6-86 所示。

9．曲面加厚增料

对指定的曲面按照给定的厚度和方向生成实体。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”→“曲面加厚”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“曲面加厚增料”按钮，弹出“曲面加厚”对话框，选取曲面，单击“确定”完成操作，如图 6-87 所示。

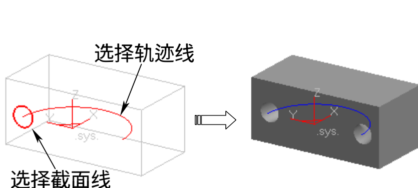


图 6-86　导动除料

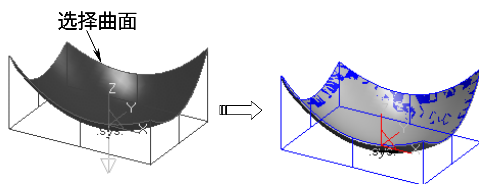
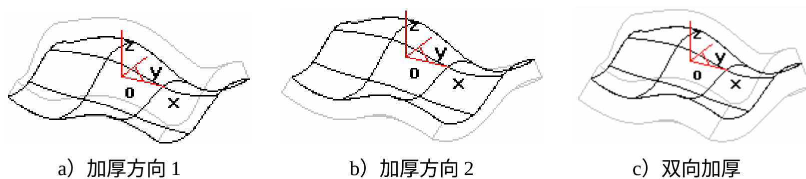


图 6-87　曲面加厚增料

“曲面加厚”对话框中相关选项参数含义：

- 【加厚方向 1】：是指曲面的法线方向生成实体。
- 【加厚方向 2】：是指与曲面法线相反的方向生成实体。
- 【双向加厚】：是指从两个方向对曲面进行加厚生成实体。

加厚方向如图 6-88 所示。



a）加厚方向 1　　b）加厚方向 2　　c）双向加厚

图 6-88　加厚方向

10．曲面加厚除料

对指定的曲面按照给定的厚度和方向进行移出的特征修改。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“曲面加厚”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“曲面加厚除料”按钮，弹出“曲面加厚”对话框，选取曲面，单击“确定”完成操作，如图 6-89 所示。

11．曲面裁剪除料

用生成的曲面对实体进行修剪，去掉不需要的部分。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“曲面裁剪”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“曲面裁剪除料”按钮，弹出“曲面裁剪除料”对话框，选取曲面，单击“确定”完成操作，如图 6-90 所示。

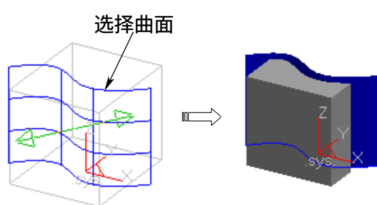


图 6-89　曲面加厚除料

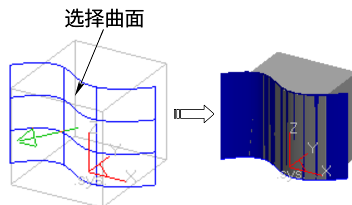


图 6-90　曲面裁剪除料

6.3.3　特征操作

特征操作是对已存在实体或特征进行修改，以满足设计要求。通过特征操作可用简单的特征建立复杂特征。

1．过渡

过渡是指以给定半径或半径规律在实体间作光滑过渡。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“过渡”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“过渡”按钮，弹出“过渡”对话框，填入半径，确定过渡方式和结束方式，选择变化方式，拾取需要过渡的元素，单击“确定”完成操作，如图 6-91 所示。

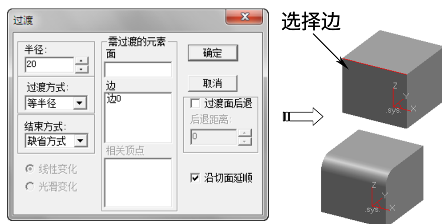


图 6-91　过渡

2．倒角

倒角是指对实体的棱边进行光滑过渡。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“倒角”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“倒角”按钮，弹出“倒角”对话框，填入距离和角度，拾取需要倒角的元素，单击“确定”完成操作，如图 6-92 所示。

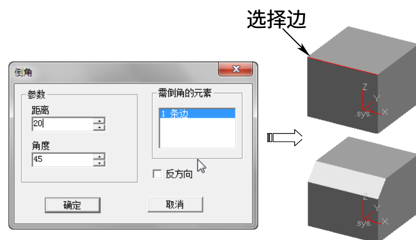


图 6-92　倒角

3．孔

指在平面上直接去除材料生成各种类型的孔。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“孔”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“打孔”按钮，弹出“孔的类型”对话框，拾取打孔平面，选择孔的类型，指定孔的定位点，点击“下一步”，单击“确定”完成操作，如图 6-93 所示。

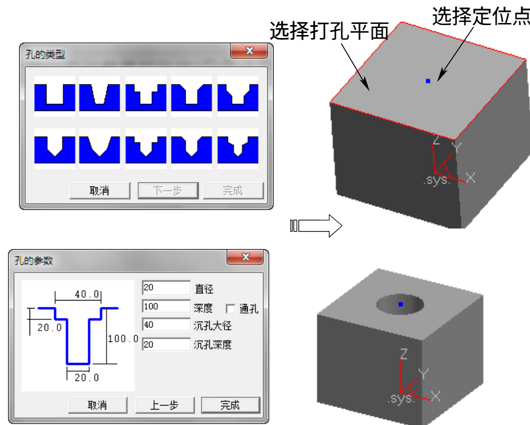


图 6-93　孔

4．拔模

拔模是指保持中性面与拔模面的交轴不变（即以此交轴为旋转轴），对拔模面进行相应拔模角度的旋转操作。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“拔模”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拔模”按钮，弹出“拔模”对话框，填入拔模角度，选取中立面和拔模面，单击“确定”完成操作，如图 6-94 所示。

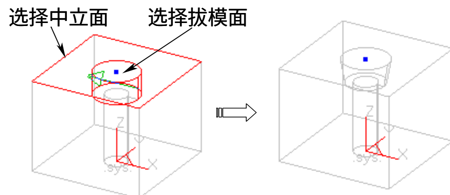


图 6-94　拔模

5．抽壳

根据指定壳体的厚度将实心物体抽成内空的薄壳体。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“抽壳”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“抽壳”按钮，弹出“抽壳”对话框，填入抽壳厚度，选取需抽去的面，单击“确定”完成操作，如图 6-95 所示。

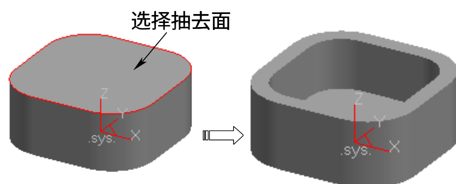


图 6-95　抽壳

6．筋板

在指定位置增加加强筋。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“筋板”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“筋板”按钮，弹出“筋板特征”对话框，选取筋板加厚方式，填入厚度，拾取草图，单击“确定”完成操作，如图 6-96 所示。

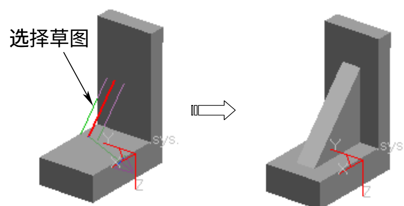


图 6-96　筋板

7．线性阵列

通过线性阵列可以沿一个方向或多个方向快速进行特征的复制。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“线性阵列”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“线性阵列”按钮，弹出“线性阵列”对话框，分别在第一和第二阵列方向，拾取阵列对象和边/基准轴，填入距离和数目，单击“确定”完成操作，如图 6-97 所示。

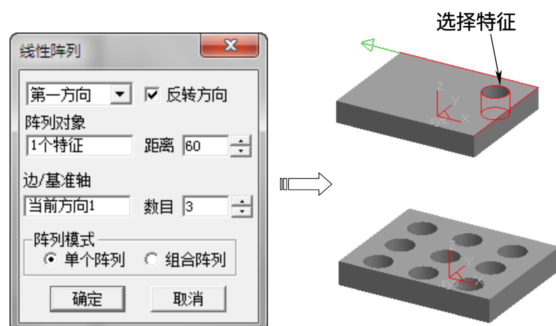


图 6-97　线性阵列

8．环形阵列

绕某基准轴旋转将特征阵列为多个特征，构成环形阵列，基准轴应为空间直线。

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“环形阵列”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“环形阵列”按钮，弹出“环形阵列”对话框，拾取阵列对象和边/基准轴，填入角度和数目，单击“确定”完成操作，如图 6-98 所示。

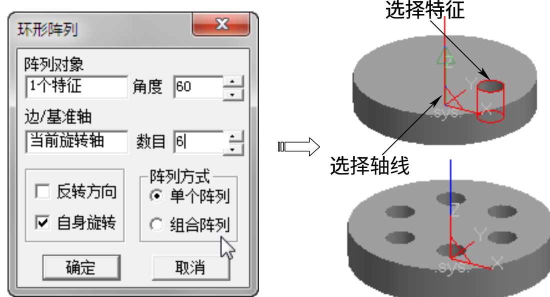


图 6-98　环形阵列

6.3.4　实体造型实例

前面介绍了 CAXA 各种实体建模特征的创建与编辑方法，下面以轴承座为例（如图 6-99 所示）来讲解产品模型的实际创建方法，主要用到的实体造型命令有草图、拉伸增料、拉伸除料、孔等。

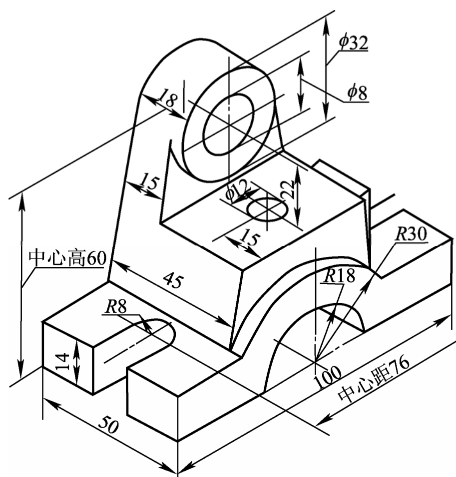


图 6-99　轴承座模型图

具体操作步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．创建拉伸实体（一）

1）在“零件特征”管理器中选择“平面 YZ”，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制

状态。

2）利用曲面生成工具绘制如图 6-100 所示的草图，然后单击“绘制草图”按钮退出草图绘制。

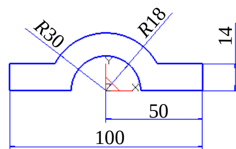


图 6-100　绘制草图

3）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”类型，填入深度 50，拾取上一步草图，单击“确定”完成操作，如图 6-101 所示。



图 6-101　创建拉伸特征

3．创建拉伸实体（二）

1）在图形区选择如图 6-102 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

2）利用曲面生成工具绘制如图 6-103 所示的草图，然后单击“绘制草图”按钮退出草图绘制。

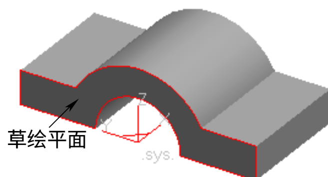


图 6-102　选择草绘平面

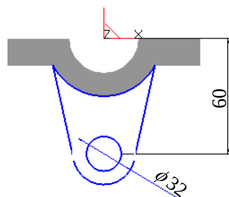


图 6-103　绘制草图

3）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”类型，填入深度 15mm，拾取上一步创建的草图，单击“确定”完成操作，如图 6-104 所示。

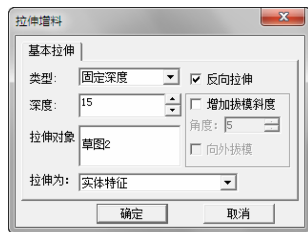


图 6-104　创建拉伸特征

4．创建拉伸实体（三）

1）在图形区选择如图 6-105 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制

状态。

2）利用曲面生成工具绘制如图 6-106 所示的草图，然后单击“绘制草图”按钮退出草图绘制。

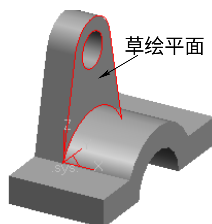


图 6-105　选择草绘平面

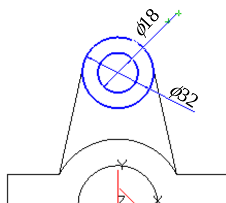
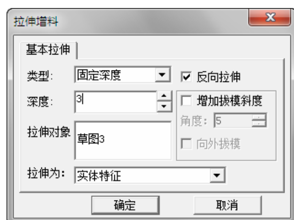


图 6-106　绘制草图

3）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“拉伸增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”类型，填入深度 3mm，拾取上一步创建的草图，单击“确定”完成操作，如图 6-107 所示。



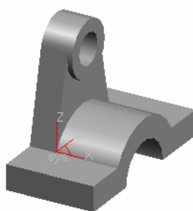


图 6-107　创建拉伸特征

5．创建拉伸实体（四）

1）在图形区选择如图 6-108 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

2）利用曲面生成工具绘制如图 6-109 所示的草图，然后单击“绘制草图”按钮退出草图绘制。

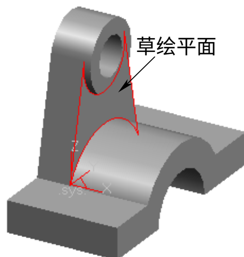


图 6-108　选择草绘平面

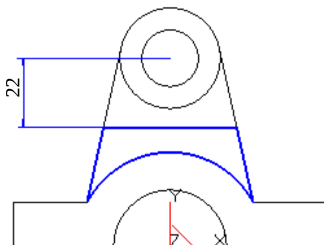


图 6-109　绘制草图

3）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“拉伸增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”类型，填入深度 30mm，拾取上一步创建的草图，单击“确定”完成操作，如图 6-110 所示。

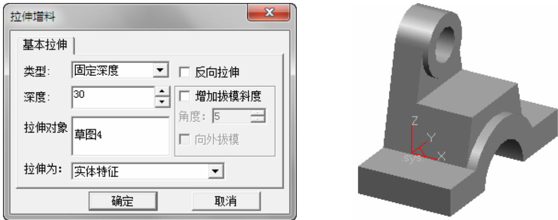


图 6-110　创建拉伸特征

6．创建孔特征

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“直线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“直线”按钮，在立即菜单中选取“两点线”方式，捕捉如图 6-111 所示的端点绘制直线。

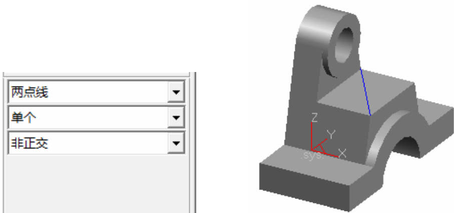


图 6-111　绘制直线

2）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“孔”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“打孔”按钮，弹出“孔的类型”对话框，拾取如图 6-112 所示打孔表面，选择孔的类型，如图 6-113 所示。

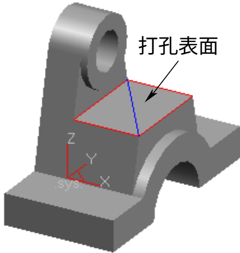


图 6-112　选择打孔表面

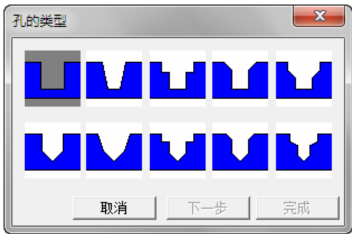


图 6-113　选择孔类型

3）系统提示指定孔的定位点，选择如图 6-111 所示直线中点为孔定位点，点击“下一步”，弹出“孔的参数”对话框，设置孔参数如图 6-114 所示。单击“完成”按钮完成孔特征，如图 6-115 所示。

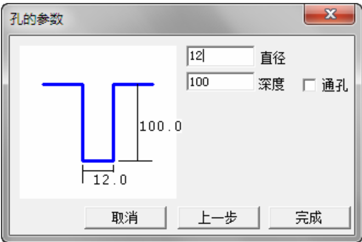


图 6-114　“孔的参数”对话框

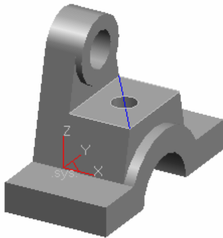


图 6-115　孔特征

7．创建拉伸除料

1）在图形区选择如图 6-116 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

2）利用曲面生成工具绘制如图 6-117 所示的草图，然后单击“绘制草图”按钮退出草图绘制。

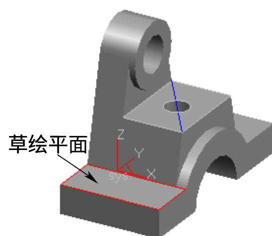


图 6-116　选择草绘平面

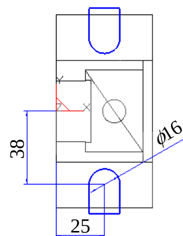
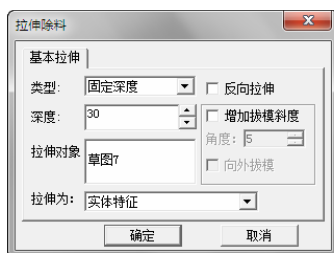


图 6-117　绘制草图

3）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“拉伸”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸除料”按钮，弹出“拉伸除料”对话框，选取拉伸类型，填入深度 30，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮，完成轴承座绘制，如图 6-118 所示。



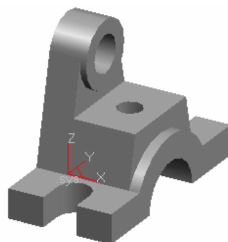


图 6-118　创建拉伸除料特征

第 7 章　CAXA 制造工程师 CAM 功能

本章对 CAXA 制造工程师 2011 的 CAM 功能进行详细介绍，主要内容包括：通用操作与参数设置、宏加工、粗加工、精加工、补加工、槽加工、其他加工、知识加工以及四轴和五轴加工等。建议读者认真学习本章内容，特别要加强对粗加工和精加工方法、四轴和五轴加工方法的熟悉和掌握。

7.1　CAXA 制造工程师 CAM 基础

CAXA 制造工程师 CAM 基础包括"加工管理"特征树功能介绍、加工模型准备、毛坯定义、起始点、刀具库、切削用量、公共参数、加工边界、切入切出和下刀方式等。

7.1.1　加工窗口

在绘图区的左侧，单击"加工管理"标签，将显示加工管理窗口，如图 7-1 所示，用户可以通过操作加工管理树，对毛坯、刀具、加工参数等进行修改，还可以实现轨迹的拷贝、删除、显示、隐藏等操作。

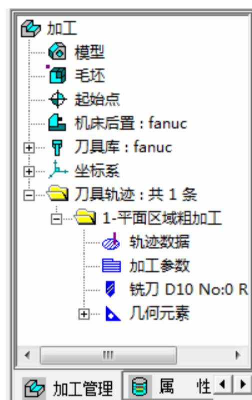


图 7-1　"加工管理"特征树

"加工管理"特征树相关选项含义如下：

- 【模型】：用于设置加工模型信息。
- 【毛坯】：用于建立加工毛坯。
- 【起始点】：用于设定全局刀具起始点的位置。

- 【机床后置】：用于机床后置处理设置。
- 【刀具库】：用于加工刀具管理。
- 【刀具轨迹】：用于显示加工刀具轨迹。

在加工管理窗口区中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键弹出快捷菜单，如图 7-2 所示。

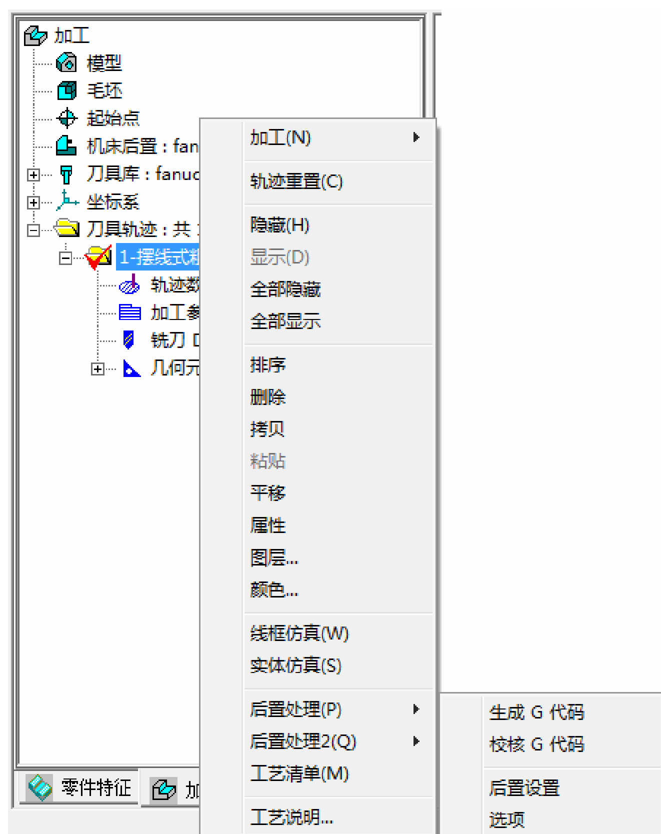


图 7-2　快捷菜单

下面仅介绍常用的选项：

1．线框仿真

刀具路径模拟（也称线框仿真）是通过刀具刀尖运动轨迹，在工件上形象地显示刀具的加工情况，用于检测刀具路径的正确性。

在“加工管理树”中选择一个或多个操作后，单击鼠标右键，在其弹出快捷菜单中选择“线框仿真”选项，弹出如图 7-3 所示的立即菜单，同时在状态栏提示“单击鼠标键仿真开始”。也可以先从下拉菜单“加工”命令中选择“线框仿真”，然后根据提示选择加工轨迹开始仿真。

可以在立即菜单中根据显示需要调节刀具的显示效果、是否要显示刀柄以及刀具运行的方式，还可以调节仿真单步长、一次走步数。按照上面立即菜单的设置可进行以下线框的仿真，此时在图形区将显示刀具切削路径，如图 7-4 所示。

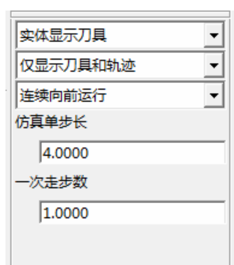


图 7-3 “ 线框仿真 ” 立即菜单

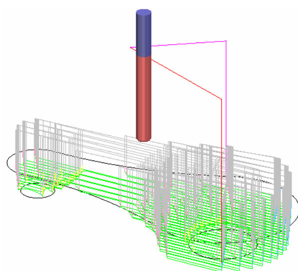


图 7-4　刀具路径模拟

2．实体加工仿真



图 7-5 “ 仿真加工 ” 对话框

实体切削验证就是对工件进行逼真的切削模拟来验证所编制的刀具路径是否正确，以便编程人员及时修正，避免工件报废，甚至可以省去试切环节。

在进入仿真界面后，选择下拉菜单 “ 工具 ” → “ 仿真 ” 命令，或直接单击 “ 实体仿真 ” 按钮，弹出 “ 仿真加工 ” 对话框，如图 7-5 所示。

“ 仿真加工 ” 对话框中主要选项的含义如下：

- 【重新开始】：结束当前仿真加工，返回初始状态。
- 【快速前进】：快速仿真，不显示加工过程，直接显示加工结果。
- 【持续执行】：开始仿真加工。
- 【暂停】：暂停仿真加工。
- 【毛坯显示模式】：单击一下可选择毛坯的两种显示模式：渲染显示和半透明显示。
- 【刀具显示模式】：单击一下可选择刀具的四种显示模式：渲染显示、半透明显示、隐藏和线框显示。
- 【显示刀具和夹头】：在仿真过程中显示刀具和夹头以及切削过程。
- 【进刀速度颜色】：在仿真过程中显示进刀速度颜色。
- 【刀具轨迹显示模式】：单击一下可选择轨迹的三种显示模式：全部显示切削后的轨迹、分段显示轨迹和隐藏轨迹。
- 【改变毛坯设定】：可以新设定毛坯的形状和大小。
- 【清除切削颜色】：可以恢复为实体颜色。
- 【与产品形状比较】：制品的形状与切削过的毛坯进行比较，切削残余量以对应的颜色区分表示。其颜色区分表示的基准值在仿真面板中设定。

实体切削验证的一般过程是：在 “ 加工管理器 ” 中选择一个或多个操作后，单击鼠标右键，在其弹出快捷菜单中选择 “ 实体仿真 ” 选项，弹出如图 7-5 所示的 “ 仿真加工 ” 对话框。

单击“持续执行”按钮▶，此时在图形区将显示实体仿真结果，如图 7-6 所示。实体切削仿真完成后，单击“与产品形状比较”按钮☑，将制品的形状与切削过的毛坯进行比较，切削残余量以对应的颜色区分表示，如图 7-7 所示。

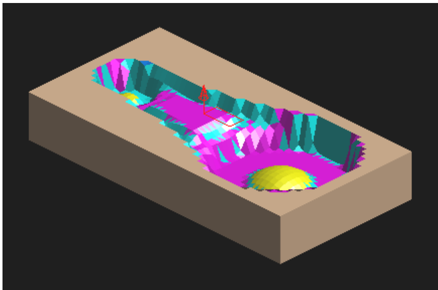


图 7-6　实体仿真结果

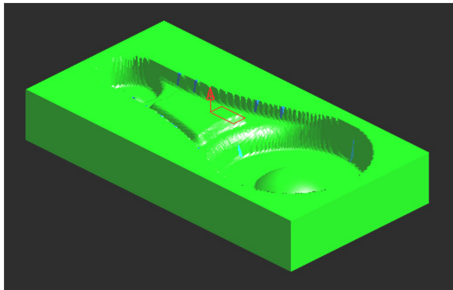


图 7-7　“与产品形状比较”结果

3．后置处理

进行实体加工模拟完毕后，若未发现任何问题，用户便可以 POST 后置处理产生机床能够识别的 G 代码指令（即 NC 程序），生成的 G 代码指令可以直接输入数控机床用于加工，这是系统的最终目的。考虑到生成程序的通用性，CAXA 制造工程师软件针对不同的机床，可以设置不同的机床参数和特定的数控代码程序格式，同时还可以对生成的机床代码的准确性进行校核。

为了满足客户的需求，CAXA 制造工程师 2011 又新设置了后置处理模块 2，同时又保留了以前旧版本的后置处理模块。用户可以根据自己的需要自行设定，下面介绍后置处理模块 2 的功能。

后置处理模块 2 包括后置设置、选项、生成 G 代码、校核 G 代码功能。

选择下拉菜单“加工”→“后置处理 2”→“后置设置”命令，或在工作区和加工管理窗口区依次拾取若干轨迹，然后在加工管理窗口区中单击鼠标右键弹出快捷菜单选择“后置处理 2”→“后置设置”命令，系统立即弹出“选择后置配置文件”对话框，如图 7-8 所示。



图 7-8　“选择后置配置文件”对话框

后置设置列出了当前系统中所有数控系统的类型，单击按钮“浏览”，调入另外已有的数控系统类型。可以选中其中一个类型，然后单击“编辑”按钮或双击任意一个，来打开“CAXA

后置配置”对话框，对该类型进行编辑，修改以生成适合自己机床类型的后置配置文件，如图 7-9 所示。图中选中的后处理器为日本 FANUC 数控系统控制器。



图 7-9 “ CAXA 后置配置 ” 对话框

在“ CAXA 后置配置 ”对话框中不仅可以设置参数，还可以预览程序的具体格式，其中共设有“ 通常 ”、“ 通常 2 ”、“ 运动 ”、“ 主轴 ”、“ 刀具 ”、“ 地址 ”、“ 关联 ”、“ 程序 ”、“ 多轴 ”、“ 多轴 2 ”、“ 返读设置 ” 11 个选项卡。用户可根据需要进行选择和修改，关于编辑对话框中各项参数的详细说明，请参考“ 数控编程 ”等专门的说明文档。

4．生成 G 代码

生成 G 代码就是按照当前机床类型的配置要求，把已经生成的刀具轨迹转化生成 G 代码数据文件，即 CNC 数控程序，后置生成的数控程序是三维造型的最终结果，有了数控程序就可以直接输入机床进行数控加工。

选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 后置处理 2 ”→“ 生成 G 代码 ”命令，或在工作区和加工管理窗口区依次拾取若干轨迹，然后在加工管理窗口区中单击鼠标右键弹出快捷菜单选择“ 后处理 2 ”→“ 生成 G 代码 ”命令，系统立即弹出“ 生成后置代码 ”对话框，如图 7-10 所示。

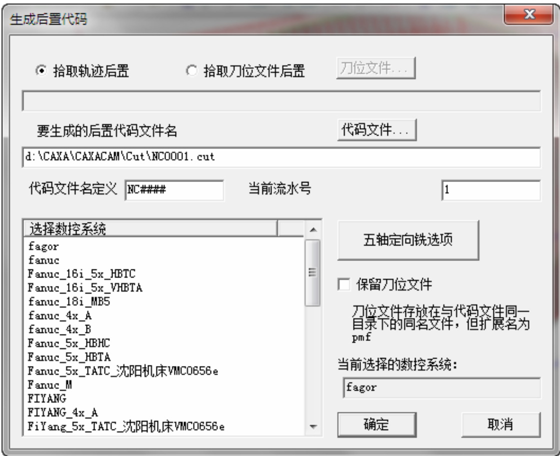


图 7-10 “ 生成后置代码 ” 对话框

下面将该对话框中参数选项简单介绍如下：

- 【拾取轨迹后置】：拾取 CAM 中的轨迹直接生成机床代码。
- 【拾取刀位文件后置】：从以前保存的刀位文件后置生成机床代码。
- 【要生成的后置代码文件名】：用户要生成的代码保存文件夹及名字。
- 【代码文件名定义】：可以定义代码文件名的组成方式，其中符号＃表示占位符，为一个数字，其他按原输入字符生成。
- 【当前流水号】：指构成代码文件名的数字序号，会自动增加。
- 【数控系统】：指当前系统包含数控系统类型的列表，可以生成这些种类的机床代码。
- 【保留刀位文件】：选择该选项后，当生成代码后，会在代码所在的目录生成一个同名，但扩展名为 pmf 的文件，即刀位文件。此文件还可以使用再次生成其他类型的数控代码。
- 【当前选择的数控系统】：表示当前要生成机床代码的数控类型，要改变当前的数控系统类型，要在左边的列表中选择。

当设置好相应的参数，按“确定”按钮，系统提示拾取轨迹，拾取完要后置的轨迹后，单击鼠标右键结束拾取过程。就会自动生成后置代码。生成的后置代码会自动打开，默认是使用记事本打开。

5．校核 G 代码

校核 G 代码就是把生成的 G 代码文件反读进来，生成刀具轨迹，以检查生成 G 代码的正确性。如果反读的刀位文件中包含圆弧插补，需用户指定相应的圆弧插补格式，否则可能得到错误的结果。若后置文件中的坐标输出格式为整数，且机床分辨率不为 1 时，反读的结果不对。亦即系统不能读取坐标格式为整数且分辨率为非 1 的情况。

选择下拉菜单“加工”→“后置处理 2”→“校核 G 代码”命令，系统立即弹出“校核后置代码”对话框，如图 7-11 所示。当选择好代码文件的路径后，单击“确定”按钮，系统便根据所选择的 G 代码程序立即生成刀具轨迹。

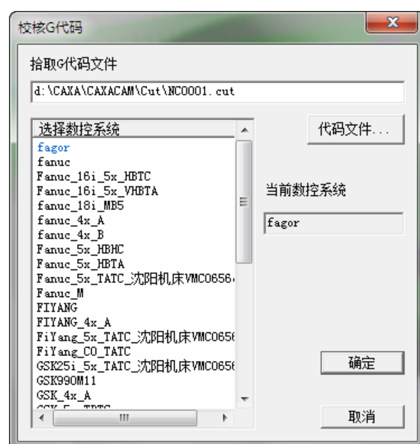


图 7-11 “校核 G 代码”对话框

下面将该对话框中参数选项简单介绍如下：

- 【拾取 G 代码文件】：指的是要校核的 G 代码文件名及路径。
- 【选择数控系统】：此列表列出了系统支持的数控系统类型，选择要反读代码的数控类型，在右侧当前数控系统上会显示出来。

6．工艺清单

根据制定好的模板，可以输出多种风格的工艺清单，模板可以自行设计制定。操作步骤：选择下拉菜单“加工”→“工艺清单”命令，或在工作区和加工管理窗口区依次拾取若干轨迹，然后在加工管理窗口区中单击鼠标右键弹出快捷菜单中选择“工艺清单”命令，系统立即弹出“工艺清单”对话框，如图 7-12 所示。

图 7-12 “工艺清单”对话框

下面将该对话框中参数选项简单介绍如下：

- 【指定目标文件的文件夹】：指定目标文件的文件夹，设定生成工艺清单文件的位置。
- 【明细表参数】：填写零件名称、零件图图号、零件编号、设计、工艺、校核人姓名。
- 【使用模板】：系统提供了 8 个模板供用户选择，其中分别为：
  - 【sample01】：关键字一览表提供了几乎所有生成加工轨迹相关参数的关键字，包括明细表参数，模型，机床，刀具起始点，毛坯，加工策略参数，刀具，加工轨迹，NC 数据等。
  - 【sample02】：NC 数据检查表几乎与关键字一览表同，只是少了关键字说明。
  - 【sample03～sample08】：系统缺省的用户模板区，用户可以自行制定自己的模板。
- 【生成清单】：注意到 explorer 导航区中有选中的轨迹（√），单击生成清单按钮后，系统会自动计算，生成工艺清单。
- 【拾取轨迹】：单击拾取轨迹按钮后可以从工作区或 explorer 导航区选取相关的若干条加工轨迹，拾取后单击鼠标右键确认会重新弹出工艺清单的主对话框。

7.1.2　通用操作与参数设置

在 CAXA 制造工程师各种加工方法的设置中，有一些操作过程和参数设置是一致的，在此加以详细的介绍。

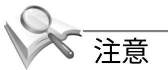
1．加工模型的准备

数控编程前，必须准备好加工模型。加工模型的准备包括加工模型的建立、加工坐标系的检查与创建。如果采用轮廓边界加工或要进行局部加工，还必须创建加工辅助线。

（1）建立加工模型　有以下方法：

1）CAXA 制造工程师软件造型。根据工程图，直接使用 CAXA 制造工程师软件进行造型。有关造型方法请读者参考“第 6 章 CAXA 制造工程师 CAD 功能”有关介绍。

2）导入其他 CAD 软件的模型。使用其他软件创建的模型，也可在 CAXA 制造工程师软件中使用。选择下拉菜单“文件”→“并入文件”命令，弹出“打开”对话框，选择需要导入的文件即可。



虽然 CAXA 制造工程师软件支持多种文件格式模型的导入，但建议先使用其他软件将文件存储为“.x_t”格式后再导入 CAXA 制造工程师软件中使用。

（2）建立加工坐标系　在使用 CAM 软件编程时，为了编程序简单，通常使用加工坐标系（MCS）确定被加工零件的原点位置。加工坐标系决定了刀具轨迹的零点，刀轨中的坐标值均相对于加工坐标系。

为了便于对刀，加工坐标系的原点通常设置在毛坯上表面的中心或靠近操作者一侧的顶角处（矩形毛坯），加工坐标系的 Z 轴方向必须和机床坐标系 Z 轴方向一致。

在使用 CAXA 制造工程师软件进行编程时，可以选择造型时使用的系统坐标系（sys）或其他辅助坐标系作为加工坐标系。相关命令集中于“工具”→“坐标系”命令下的相关菜单，如图 7-13 所示。

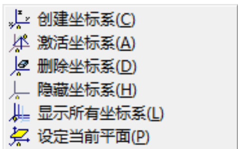
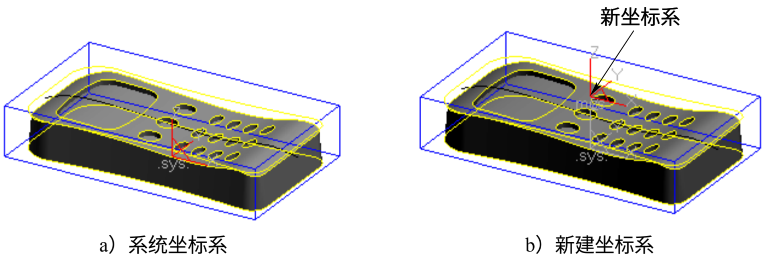


图 7-13　“坐标系”下拉菜单

如图 7-14 所示零件，造型时的系统坐标系原点位于零件底部中心。为了编程方便，可采用“创建坐标系”命令在毛坯上表面中心新建一个坐标系作为加工坐标系。



a）系统坐标系　　b）新建坐标系

图 7-14　创建坐标系

（3）创建加工辅助线　可以使用“ 曲线生成 ”命令，通常可以使用“ 相关线 ”→“ 实体边界 ”方法来创建。操作步骤如下：

- 在【曲线生成】工具条中，单击【相关线】→【实体边界】命令。
- 取零件模型棱边，得到加工辅助线如图 7-15 所示。

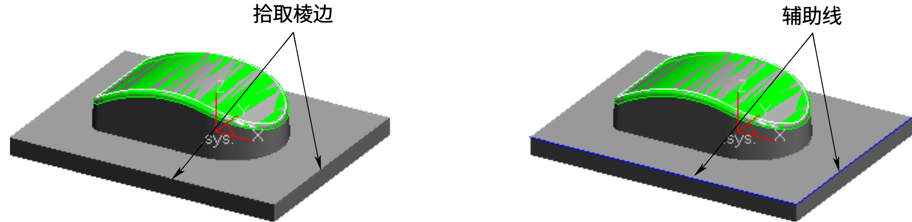


图 7-15　创建加工辅助线

（4）模型导入　模型一般表达为系统存在的实体和所有曲面的总和。目前，在 CAXA 制造工程师中，模型与刀路计算无关，也就是模型中所包含的实体和曲面并不参与刀路的计算。模型主要用于刀路的仿真过程。在轨迹仿真器中，模型可以用于仿真环境下的干涉检查。

在屏幕左侧的“ 加工管理 ”特征树中双击“ 模型 ”图标，弹出“ 模型参数 ”对话框，如图 7-16 所示。

- 【显示窗口】：示意显示模型的形状。
- 【几何精度】：描述模型的几何精度。在造型时，模型的曲面是光滑连续（法矢连续）的，如球面是一个理想的光滑连续的面。这样的理想模型，称为几何模型。但在加工时，是不可能完成这样一个理想几何模型的。所以，一般地，把一张曲面离散成一系列的三角片。由这一系列三角片所构成的模型，称为加工模型。加工模型与几何模型之间的误差，称为几何精度，如图 7-17 所示。



图 7-16 “ 模型参数 ”对话框

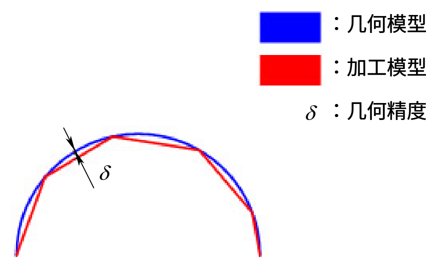


图 7-17　几何精度

- 【模型包含不可见曲面】：如果选中此项，那么不可见曲面会成为模型的一部分。否则，模型中不包含不可见曲面。
- 【模型包含隐藏层中的曲面】：如果选中此项，那么隐藏层中的曲面会成为模型的一部分。否则，模型中不包含隐藏层中的曲面。

2．定义毛坯

定义毛坯就是在编制加工刀具路径之前，通过设置一个与实际工件大小相同的毛坯来模拟加工效果。加工工件的设置包括工件尺寸、材料和显示设置等参数。

选择“加工管理”中“毛坯”选项，系统弹出如图 7-18 所示“定义毛坯”参数设置对话框。

“定义毛坯”对话框中相关选项参数的含义如下：

（1）锁定　使用户不能重设毛坯的基准点、毛坯的大小及类型等参数，用以防止设定好的毛坯数据轻易被修改。

（2）毛坯定义　用于定义工件的形状和大小，系统默认毛坯的形状为六面体，包括以下 3 种选项：

- 【两点方式】：通过拾取毛坯空间的两个角点（与顺序、位置无关）来定义毛坯，或直接在下面“基准点”和“大小”框中填入基准点相对于世界坐标系的坐标和六面体的尺寸。
- 【三点方式】：通过拾取基准点，拾取毛坯空间的两个角点（与顺序、位置无关）来定义毛坯。
- 【参照模型】：系统自动计算并显示模型的包围盒，即作为毛坯。

（3）基准点　定义毛坯在默认世界坐标系（.sys.）中的左下角点。

（4）大小　长度、宽度、高度是毛坯在 x 方向、y 方向、z 方向三个方向上的尺寸。

（5）毛坯类型　系统提供铸件、精铸件、锻件、精锻件、棒料、冷作件、冲压件、标准件、外购件、外协件、其他等毛坯的类型，主要是写工艺清单时需要。

（6）毛坯精度设定　设定毛坯的网格间距，主要是仿真时需要。

（7）显示毛坯　设定是否在工作区中显示毛坯。

3．起始点

CAXA 制造工程师 2011 的系统计算刀具轨迹时默认全局刀具起始点作为刀具初始位置，双击“加工管理”中“起始点”选项，系统弹出如图 7-19 所示“起始点”参数设置对话框，便可对刀具轨迹的起始点进行修改。

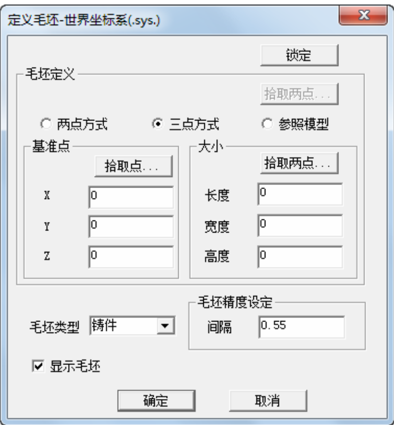


图 7-18 “定义毛坯”对话框

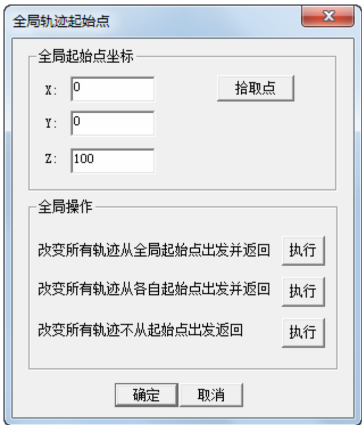


图 7-19 “全局轨迹起始点”对话框

“全局轨迹起始点”对话框中各选项的含义如下：

- 【全局起始点坐标】：轨迹中默认的起始点。用户可以通过输入或者单击拾取点按钮来设定刀具起始点。

下面的一些选项对轨迹树上的一些轨迹进行操作。

- 【改变所有轨迹从全局起始点出发并返回】：指的是把轨迹树上所有轨迹的起始点都改变全局起始点参数，出发返回表示加工轨迹会从起始点开始下刀，切削完后又再返回到起始点中来。
- 【改变所有轨迹从各自起始点出发并返回】：指的是对轨迹树上的所有轨迹都添加起始点，但添加的起始点并不选择全局起始点，而是使用各个轨迹自己所带的起始点参数。
- 【改变所有轨迹不从起始点出发返回】：指的是对轨迹树上的所有轨迹都去掉起始点，即使该轨迹已经生成了起始点，也会删除的。



注意

计算轨迹时缺省地以全局刀具起始点作为刀具起始点，计算完毕后，用户可以对该轨迹的刀具起始点进行修改。

4．刀具库

利用 CAM 模块下相应的加工方式进行加工时，首先要对加工刀具进行设置，用户可以直接调用系统刀具库中的刀具，也可以修改刀具库中的刀具产生需要的刀具形式，还可以自己定义新的刀具，并将其保存起来。

(1)“刀具库管理”对话框　为了使用户更方便的调用刀具库中的相关信息，并对其进一步的管理，可以双击“加工管理”中“刀具库”选项，系统弹出如图 7-20 所示“刀具库管理”参数设置对话框，在对话框中可以看到当前的刀具情况，还可对刀具的类型和参数进行修改。



图 7-20 “刀具库管理”对话框

“刀具库管理”对话框中各选项的含义如下：

- 【当前刀具库】：设定当前使用机床的刀具库。
- 【选择编辑刀具库】：选择某机床的刀具库，然后可以对其进行增加刀具、清空刀库等编辑操作。
- 【增加刀具】：增加新的刀具到编辑刀具库。
- 【清空刀库】：删除编辑刀具库中的所有刀具。

- 【编辑刀具】：对编辑刀具库中选中的刀具参数进行修改。注意只有选中某个刀具时，编辑刀具才可使用。
- 【删除刀具】：删除编辑刀具库中选中的刀具。

另外，在刀具列表可以显示编辑刀具库中所有刀具及其相关的主要参数，还可以对刀具库中的所有刀具进行拷贝，剪切，粘贴，排序等一般操作。



注意

刀具编辑不能取消，所以在做删除刀具、删除刀库等操作时一定要小心。

(2) 增加刀具　单击"增加刀具"按钮可以对刀具参数进行编辑，在每种加工方式的功能表中也可以进行刀具参数的设置和预览，如图 7-21 所示。

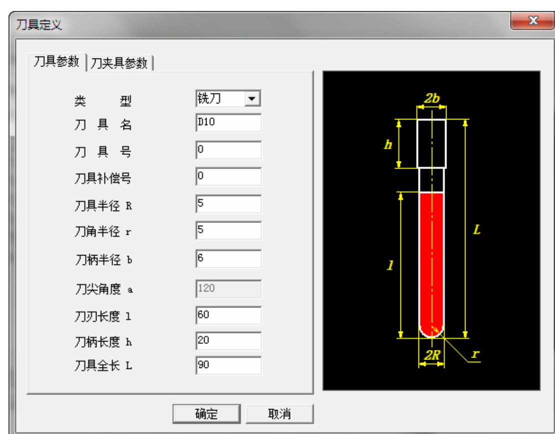


图 7-21　"刀具定义"对话框

不同类型刀具的参数内容有所不同，但其主要参数都是一样的，下面以"球刀"为例来说明刀具几何参数的含义。

- 【类型】：可以是铣刀或钻头等。
- 【刀具号】：设置刀具的编号。
- 【刀具补偿号】：设置刀具圆弧补偿的编号。
- 【刀具半径】：设置刀具切削部分的半径。
- 【刀角半径】：对于球头铣刀的刀角半径为刀具切削部分直径的一半，一般圆角刀设置时，要根据加工使用的刀具设置参数。
- 【刀柄半径】：设置刀具的刀柄半径。
- 【刀尖角度】：只有刀具类型是钻头时才可以设定。
- 【刀刃长度】：设置刀具有效切削刃的长度。
- 【刀柄长度】：设置夹头的长度。
- 【刀具全长】：设置刀具从刀尖到夹头底端的长度。

5．切削用量

切削用量的设定包括轨迹各位置的相关进给速度及主轴转速等，切削用量参数如图 7-22 所示。各个参数的含义如图 7-23 所示。

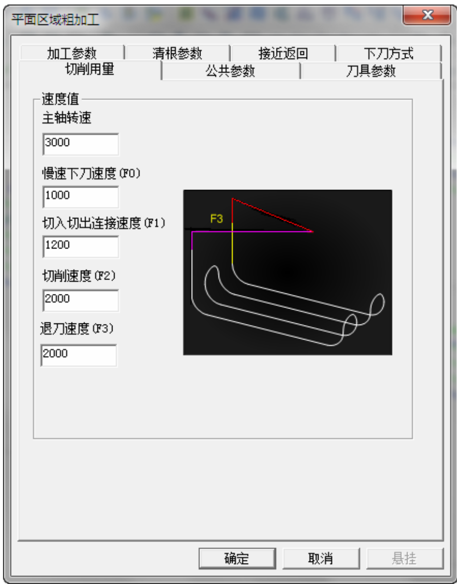


图 7-22 “切削用量”选项卡

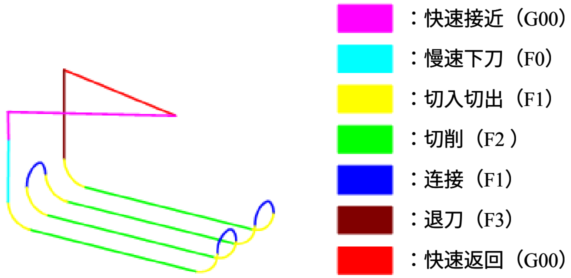


图 7-23 切削用量参数示意图

- 【主轴转速】：设定主轴转速的大小，单位 r/min。
- 【慢速下刀速度（F0）】：设定慢速下刀轨迹段的进给速度的大小，单位 mm/min。
- 【切入切出连接速度（F1）】：设定切入轨迹段，切出轨迹段，连接轨迹段，接近轨迹段，返回轨迹段的进给速度的大小，单位 mm/min。
- 【切削速度（F2）】：设定切削轨迹段的进给速度的大小，单位 mm/min。
- 【退刀速度（F3）】：设定退刀轨迹段的进给速度的大小，单位 mm/min。

6．公共参数

公共参数是用来定义加工过程中加工坐标系和起始点的位置，是所有加工方式的通用参数，如图 7-24 所示。

1）加工坐标系：是指加工过程中使用的坐标系，系统默认的是当前世界坐标系。单击“拾取加工坐标系”按钮可以在界面中选择坐标系。

- 【坐标系名称】：刀路的加工坐标系的名称。
- 【拾取加工坐标系】：用户可以在屏幕上拾取加工坐标系。
- 【原点坐标】：显示加工坐标系的原点值。
- 【Z 轴矢量】：显示加工坐标系的 Z 轴方向值。

2）起始点：加工开始与结束时刀具所在的点。

- 【使用起始点】：决定刀路是否从起始点出发并回到起始点。
- 【起始点坐标】：显示起始点坐标信息。
- 【拾取起始点】：用户可以在屏幕上拾取点作为刀路的起始点。

7．加工边界

在大多数加工方式的参数表中，几乎都有加工边界的设定，如图 7-25 所示。

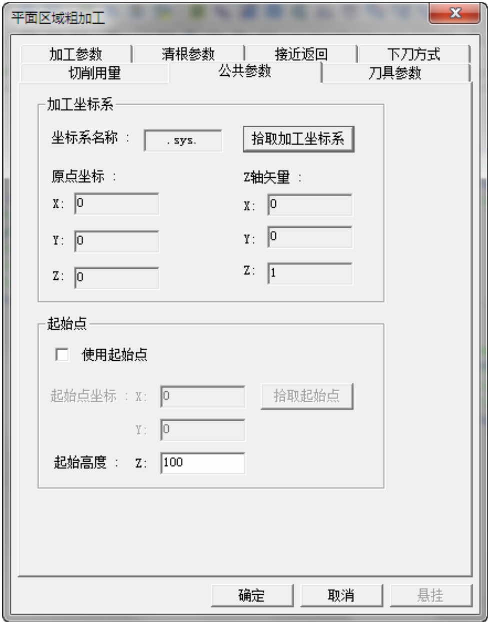


图 7-24　“ 公共参数 ” 选项卡

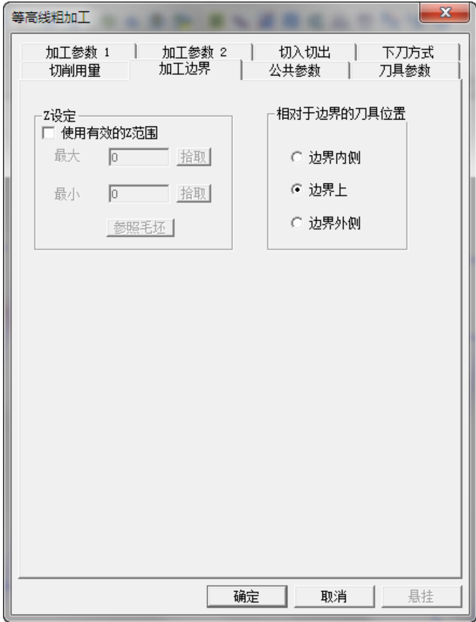


图 7-25　“ 加工边界 ” 选项卡

1）Z 设定：设定毛坯有效的 z 范围。

- 【使用有效的 z 范围】：设定是否使用有效的 z 范围，“ 是 ” 指使用指定的最大最小 z 值所限定的毛坯的范围进行计算，“ 否 ” 指使用定义的毛坯的高度范围进行计算。
- 【最大】：指定 z 范围最大的 z 值，可以采用输入数值和拾取点两种方式。
- 【最小】：指定 z 范围最小的 z 值，可以采用输入数值和拾取点两种方式。
- 【参照毛坯】：通过毛坯的高度范围来定义 z 范围最大的 z 值和指定 z 范围最小的 z 值。

2）相对于边界的刀具位置：设定刀具相对于边界的位置。有三种方式设定刀具相对于边界的位置，如图 7-26 所示。

- 【边界内侧】：刀具位于边界的内侧。
- 【边界上】：刀具位于边界上。
- 【边界外侧】：刀具位于边界的外侧。

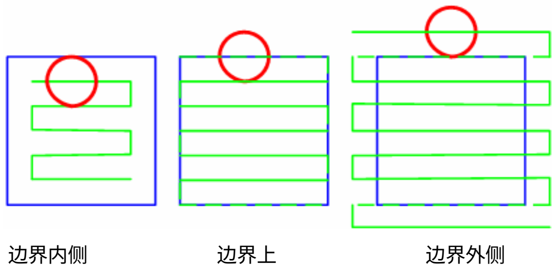


图 7-26　三种刀具相对于边界的位置

8．切入切出

切入切出方式对工件接触刀具部分的表面质量影响很大。因此制定适当的刀具进退方式，可避免刀具碰撞以求得较好的接刀口质量。一般地，各种加工功能都有其切入切出方式，下

面介绍几种刀具切入切出的接近方式，用户可根据需要选用。

（1）XY 向　即 Z 方向上的垂直切入，它沿 XY 向接近时分 3 种情况：

- 【不设定】：即不设定水平接近方式。
- 【圆弧】：设定圆弧接近方式。所谓圆弧接近是指在轮廓加工和等高线加工等功能中，从形状的相切方向开始以圆弧的方式接近被切削工件。若激活圆弧接近方式，用户可以输入接近圆弧半径 R。输入 R=0 时，不添加圆弧。输入 R 为负值时，以刀具直径的倍数作为圆弧接近。
- 【直线】：水平接近的方式设定为直线。

长度 L 即为输入直线接近的长度。输入 L=0 时，不附加直线。具体两种不同的切入切出方式如图 7-27 所示。

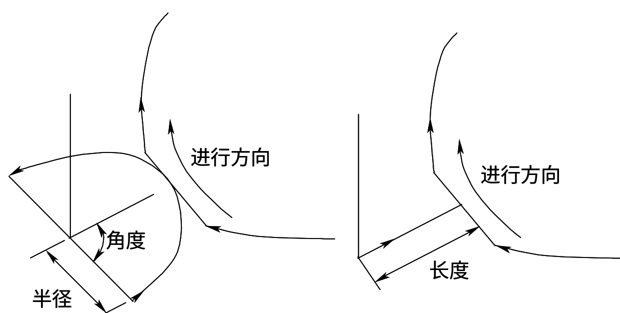


图 7-27　两种不同的切入切出方式

另外，当接近方式为 XY 向时，可以选择是否设定接近点和返回点，具体含义如下：

- 【设定接近点】：设定下刀时接近点的 XY 坐标。可以单击“拾取”按钮直接从屏幕上拾取。如图 7-28 所示为设定接近点效果图。

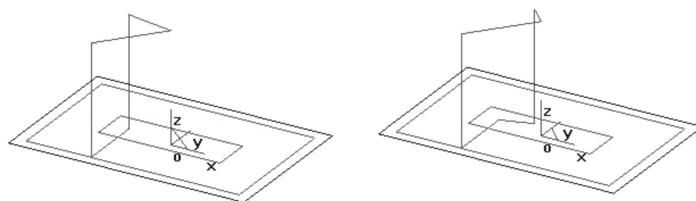


图 7-28　设定接近点效果图

根据模型或者加工条件，从接近点开始移动或者移动到返回点的部分可能与领域发生干涉的情况。避免的方法有变更接近位置点或者返回位置点。

- 【设定返回点】：设定退刀时返回点的 XY 坐标。也可以单击“拾取”按钮直接从屏幕上拾取。如图 7-29 所示为设定返回点效果图。

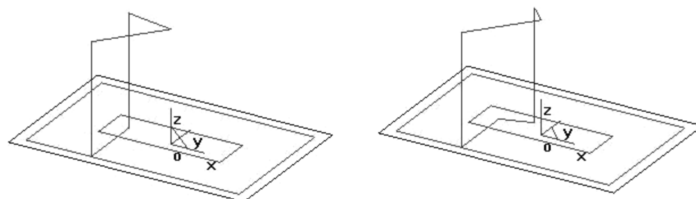
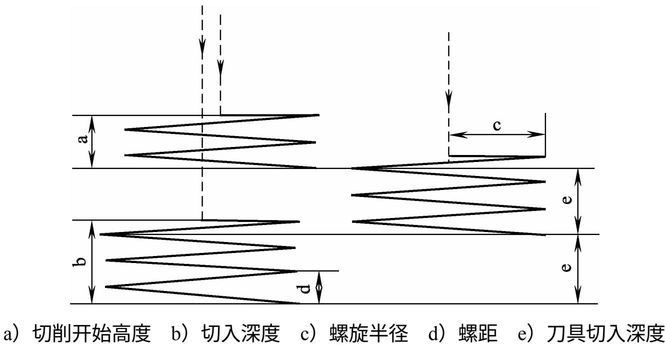


图 7-29　设定返回点效果图

（2）螺旋　即在 Z 方向以螺旋状切入。激活螺旋接近方式后，可以输入螺旋半径 R 和螺距 P，各参数如图 7-30 所示。



a）切削开始高度　b）切入深度　c）螺旋半径　d）螺距　e）刀具切入深度

图 7-30　两种不同的切入切出方式

- 【半径】：输入螺旋的半径。
- 【螺距】：用于螺旋一回时的切削量输入。
- 【第一层螺旋进刀高度】：用于第一段领域加工时螺旋切入的开始高度的输入。
- 【第二层以后螺旋进刀高度】：输入第二层以后领域的螺旋接近切入深度。切入深度由下一加工层开始的相对高度设定，需输入大于路径切削深度的值。（注意）螺旋接近不检查对模型的干涉，请输入不发生干涉的螺旋半径。

（3）沿着形状　即在 Z 方向以沿着形状切入，包括以下选项：

- 【距离】：针对第一层的沿着形状的进刀开始位置，请输入从第一层开始的相对高度。
- 【距离（粗）】：第二层以后的沿着形状接近的开始位置，输入各层的相对高度。
- 【倾斜角度】：输入相对于 XY 平面切入的倾斜角度。具体如图 7-31 所示。

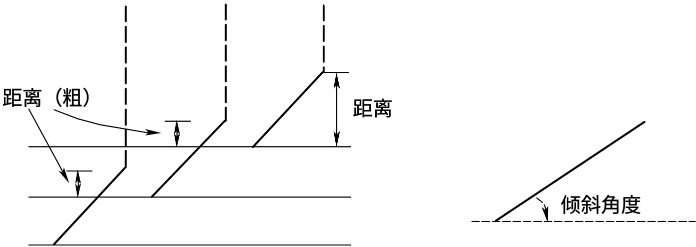


图 7-31　沿着形状时距离与角度的设定

（4）3D 圆弧　一般在补加工中才设定 3D 圆弧切入切出方式。激活“ 3D 圆弧 ”接近方式后，可以输入半径 R 和最大最小插补半径 R。各个选项的含义如下：

- 【添加】：设定是否添加 3D 圆弧切入切出连接方式。
- 【半径】：设定 3D 圆弧切入切出的半径，如图 7-32 所示。

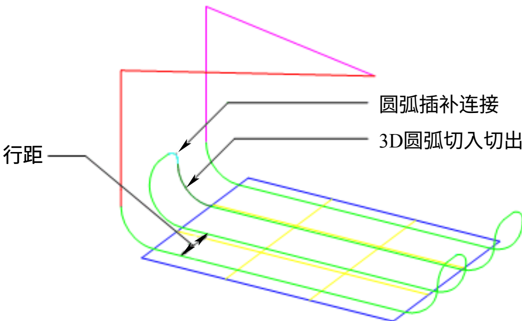


图 7-32　3D 圆弧半径的设定

- 【插补最小半径】与【插补最大半径】：3D 圆弧之间连接插补的参考值。设 L=行距/2，L<插补最小半径时，用直线插补连接。插补最小半径≤L≤插补最大半径时，以 L 为半径的圆弧插补连接。L>插补最大半径时，以插补最大半径为半径插补连接。具体表示如图 7-33 所示。

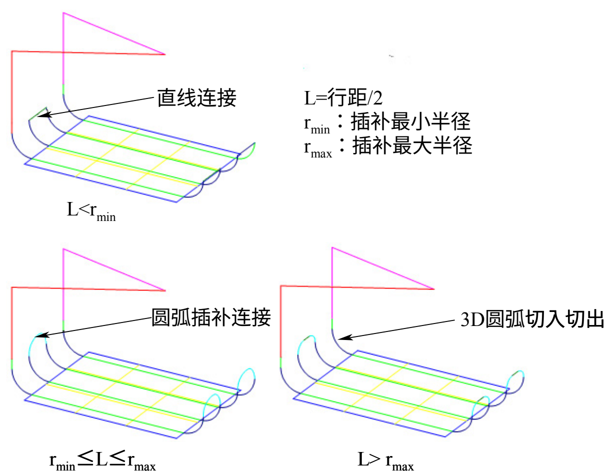


图 7-33　3D 圆弧切入切出插补的设定

（5）接近返回　有些加工方式不设定切入切出方式，只设定接近返回。接近返回用于指定每一次进退刀的方式，避免刀具和工件的碰撞，并得到较好的接刀质量，其参数如图 7-34 所示。一般地，“ 接近 ” 指从刀具起始点快速移动后以切入方式逼近切削点的那段切入轨迹，“ 返回 ” 指从切削点以切出方式离开切削点的那段切出轨迹。

- 【不设定】：不设定接近返回的切入切出。
- 【直线】：刀具按给定长度，以直线方式向切削点平滑切入或从切削点平滑切出。长度指直线切入切出的长度，角度不使用。
- 【圆弧】：以 π/4 圆弧向切削点平滑切入或从切削点平滑切出。半径指圆弧切入切出的半径，转角指圆弧的圆心角，延长不使用。
- 【强制】：强制从指定点直线切入到切削点，或强制从切削点直线切出到指定点。x、y、z 指定点空间位置的三分量。

9．下刀方式

下刀方式是指刀具切入毛坯或在两个切削层之间，刀具从上一轨迹层切入下一轨迹层的走刀方式。包括下刀点的位置、下刀的切入方式，如图 7-35 所示。

- 【安全高度】：刀具快速移动而不会与毛坯或模型发生干涉的高度，有相对与绝对两种模式，单击相对或绝对按钮可以实现二者的互换。
  - 【相对】：以切入或切出或切削开始或切削结束位置的刀位点为参考点。
  - 【绝对】：以当前加工坐标系的 XOY 平面为参考平面。
  - 【拾取】：单击后可以从工作区选择安全高度的绝对位置高度点。



图 7-34　“ 接近返回 ” 选项卡

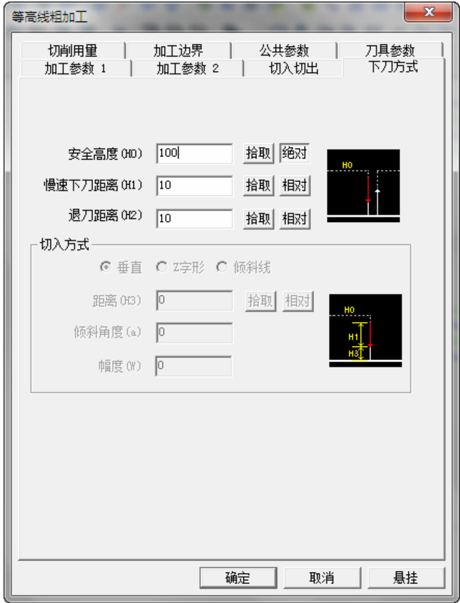


图 7-35　“ 下刀方式 ” 选项卡

- 【慢速下刀距离】：在切入或切削开始前的一段刀位轨迹的位置长度，这段轨迹以慢速下刀速度垂直向下进给。有相对与绝对两种模式，单击相对或绝对按钮可以实现二者的互换。
  - 【相对】：以切入或切削开始位置的刀位点为参考点。
  - 【绝对】：以当前加工坐标系的 XOY 平面为参考平面。
  - 【拾取】：单击后可以从工作区选择慢速下刀距离的绝对位置高度点。
- 【退刀距离】：在切出或切削结束后的一段刀位轨迹的位置长度，这段轨迹以退刀速度垂直向上进给。有相对与绝对两种模式，单击相对或绝对按钮可以实现二者的互换。
  - 【相对】：以切出或切削结束位置的刀位点为参考点。
  - 【绝对】：以当前加工坐标系的 XOY 平面为参考平面。
  - 【拾取】：单击后可以从工作区选择退刀距离的绝对位置高度点。
- 【切入方式】：提供了三种通用的切入方式，几乎适用于所有的铣削加工策略，如图 7-36 所示。如果在“ 切入切出 ”选项卡里设定了特殊的切入切出方式后，此处通用的切入方式将不起作用。
  - 【垂直】：刀具沿垂直方向切入。
  - 【Z 字形】：刀具以 Z 字形方式切入。
  - 【倾斜线】：刀具以与切削方向相反的倾斜线方向切入。

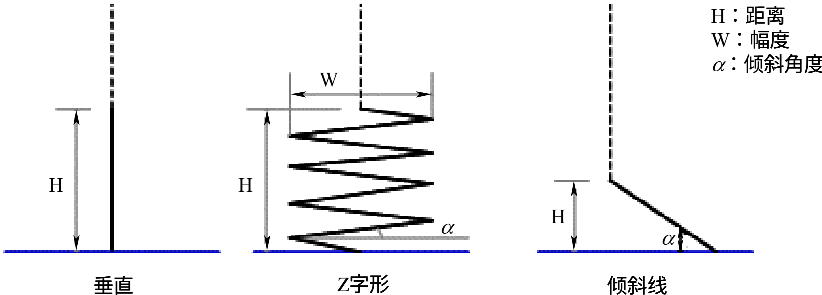


图 7-36　切入方式

7.2 常用加工方法及参数设置

CAXA 制造工程师 2011 提供了 20 多种生成数控加工轨迹的方法。所谓粗加工功能和精加工功能，仅仅指生成的轨迹是单层的还是多层的，并非完全针对零件的某道工序。比如，用区域式粗加工功能，完全可以生成某个零件平面区域的粗加工以及精加工轨迹，加工精度和加工余量是通过设置加工参数来实现的。

7.2.1 宏加工

倒圆角加工根据给定的平面轮廓曲线，生成加工圆角的轨迹和带有宏指令的加工代码。该功能充分利用了 Fanuc 系统的宏程序功能，使得倒圆角的加工程序变得异常简单灵活。

选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 宏加工 ”→“ 倒圆角加工 ”，弹出“ 宏加工之倒圆角 ”对话框，如图 7-37 所示。

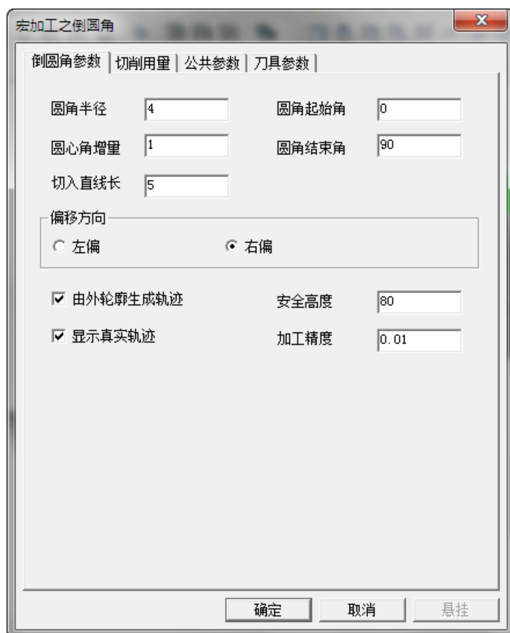


图 7-37 “ 宏加工之倒圆角 ”对话框

(1) 圆角参数

- 【圆角半径】：倒圆角的半径值，圆角的半径值一定要小于轮廓的拐角半径值。
- 【圆角起始角】：加工圆角时的开始角。一般应设为 0 °，不允许小于结束角。
- 【圆角结束角】：加工圆角时的结束角。一般应设为 90 °，不允许大于开始角。
- 【圆心角增量】：倒圆角由多层轨迹形成。每层轨迹由起始角向结束角变化，再由每一个变化的角度值计算第一层轨迹的 Z 值和对于轮廓的偏置量，这个角度变化量就是圆心角的增量。圆角半径值小，圆心角增量可大一些，反之则应该小一些，理想的结果应该按弧长进行计算。圆心角增量值按绝对值给出。

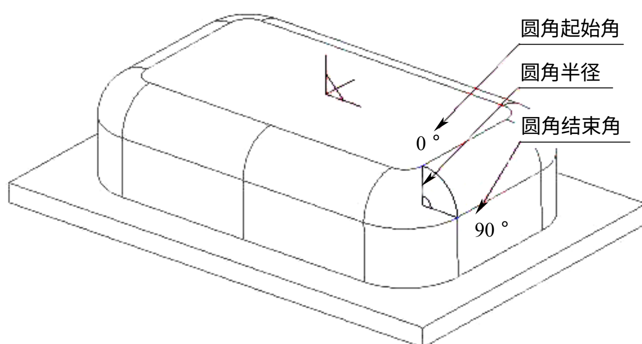


图 7-38　圆角参数

- 【切入直线长】：每一层轨迹从加工工艺上考虑需要从工件外切入，从编程上考虑由于使用了机床偏置，每一层轨迹都需要有一个加入机床偏置和取消机床偏置的程序段，这一段直线就是切入直线，如图 7-39 所示。它的长度要求大于刀具半径。

（2）偏移方向

- 【左偏】：向被加工曲线的左边进行偏移。左方向的判断方法与 G41 相同，即刀具加工方向的左边。
- 【右偏】：向被加工曲线的右边进行偏移。右方向的判断方法与 G42 相同，即刀具加工方向的右边。

（3）由外轮廓生成轨迹　由被加工零件的外轮廓生成倒圆角加工轨迹，反之则是由圆角与上平面的切线所形成轮廓的加工轨迹，如图 7-40 所示。

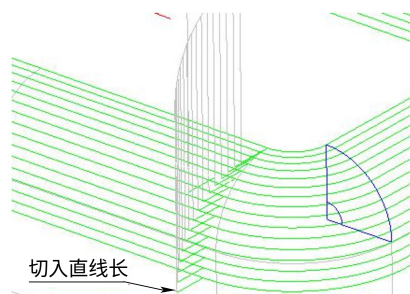


图 7-39　切入直线长

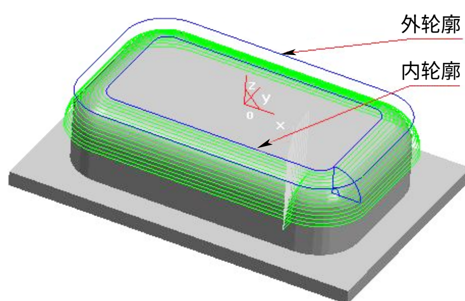


图 7-40　外轮廓和内轮廓

（4）显示真实轨迹　真实轨迹是用宏程序加工时实际要走的轨迹，它只是作为显示用。真正生成的加工程序仍然是宏程序。

（5）安全高度　刀具在此高度以上任何位置，均不会碰伤工件和夹具。

（6）加工精度　输入模型的加工精度，如图 7-41 所示。计算模型轨迹的误差小于此值。加工精度越大，模型形状的误差也增大，模型表面越粗糙。加工精度越小，模型形状的误差也减小，模型表面越光滑，但是，轨迹段的数目增多，轨迹数据量变大。

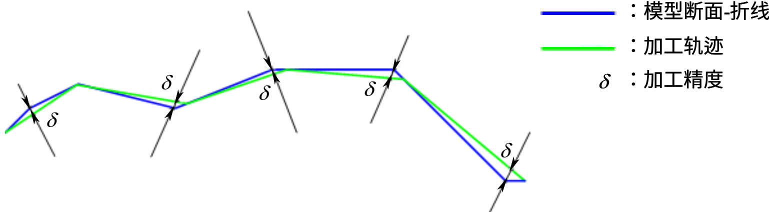


图 7-41 加工精度

7.2.2 粗加工

粗加工是最基本的加工策略，主要包括：平面区域粗加工、区域式粗加工、等高线粗加工、扫描线粗加工、摆线式粗加工、插铣式粗加工、导动线粗加工。

1．平面区域粗加工

平面区域粗加工主要应用于铣平面和铣槽，该方法可根据给定的轮廓和岛屿生成分层的加工轨迹，如图 7-42 所示。它的优点是不需要进行 3D 实体的造型，直接使用 2D 曲线就可以生成加工轨迹，且计算速度快。

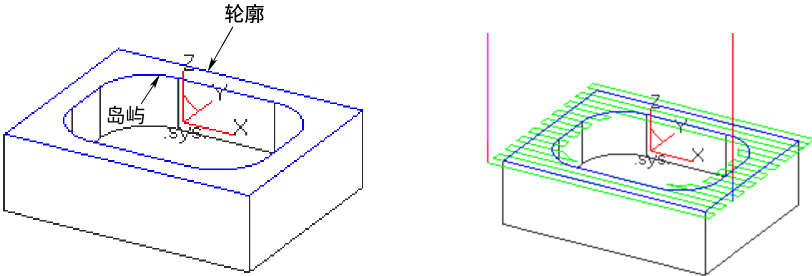


图 7-42 平面区域粗加工

选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“平面区域粗加工”，弹出“平面区域粗加工”对话框。

(1)“加工参数”选项卡 可设置加工参数选项如图 7-43 所示。

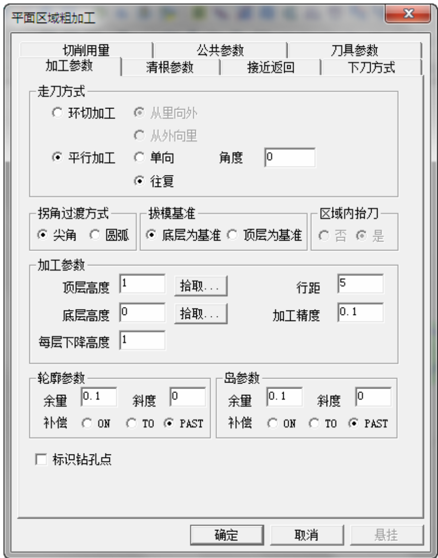


图 7-43 “加工参数”选项卡

“加工参数”选项卡选项参数含义：

- 【走刀方式】：用于确定刀具路径的切削方式，包括以下选项：
  - 【环切加工】:刀具以环状走刀方式切削工件，可选择从里向外或从外向里的方式。
  - 【平行加工】：刀具以平行走刀方式切削工件，可在“角度”文本框中输入改变刀具轨迹与 X 轴的夹角。其中“单向”是指刀具以单一的顺铣或逆铣方式加工工件，“往复”是指刀具以顺逆混合方式加工工件。
- 【拐角过渡方式】：拐角过渡就是在切削过程遇到拐角时的处理方式，有以下两种情况：
  - 【尖角】：刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以两条边延长后相交的方式连接。
  - 【圆弧】：刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以圆弧的方式过渡。过渡半径=刀具半径+余量。
- 【拔模基准】：当加工的工件带有拔模斜度时，工件顶层轮廓与底层轮廓的大小不一样。
  - 【底层为基准】：加工中所选的轮廓是工件底层的轮廓。
  - 【顶层为基准】：加工中所选的轮廓是工件顶层的轮廓。
- 【区域内抬刀】：在加工有岛屿的区域时，轨迹过岛屿时是否抬刀，选“是”就抬刀，选“否”就不抬刀。此项只对【平行加工】的“单向”有用。
  - 【否】：在岛屿处不抬刀。
  - 【是】：在岛屿处直接抬刀连接。
- 【加工参数】
  - 【顶层高度】：零件加工时起始高度的高度值，一般来说，也就是零件的最高点，即 Z 最大值。
  - 【底层高度】：零件加工时，所要加工到的深度的 Z 坐标值，也就是 Z 最小值。
  - 【每层下降高度】：刀具轨迹层与层之间的高度差，即层高。每层的高度从输入的顶层高度开始计算。
  - 【行距】：指加工轨迹相邻两行刀具轨迹之间的距离。
- 【轮廓参数】：用于设置轮廓加工参数。
  - 【余量】：指定轮廓加工的加工余量。
  - 【斜度】：以多大的拔模斜度来加工陡峭侧壁。
  - 【补偿】：有三种方式。ON：刀心线与轮廓重合（在轮廓上）。TO：刀心线未到轮廓一个刀具半径（与轮廓相切）。PAST：刀心线超过轮廓一个刀具半径（超过轮廓）。
- 【岛参数】：用于设置岛加工参数。
  - 【余量】：给轮廓加工预留的切削量。
  - 【斜度】：以多大的拔模斜度来加工。
  - 【补偿】：有三种方式。ON：刀心线与岛屿的轮廓重合。TO：刀心线超过岛屿的轮廓一个刀具半径。PAST：刀心线未到岛屿的轮廓一个刀具半径。
- 【标识钻孔点】：选择该项自动显示出下刀打孔的点。

(2)“清根参数”选项卡　可设置清根参数选项如图 7-44 所示。

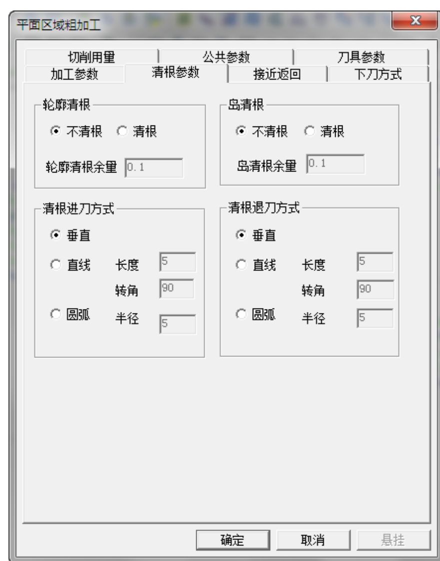


图 7-44 “清根参数”选项卡

- 【轮廓清根】：设定轮廓清根，区域加工完之后，刀具对轮廓进行清根加工，相当于最后的精加工。对轮廓还可以设置清根余量。
  - 【不清根】：不进行最后轮廓清根加工。
  - 【清根】：进行轮廓清根加工，要设置相应的清根余量。
  - 【轮廓清根余量】：设定轮廓加工的预留量。
- 【岛清根】：区域加工完之后，刀具对岛进行清根加工。对岛清根加工还可以设置清根余量。
  - 【不清根】：不进行岛清根加工。
  - 【清根】：进行岛清根加工，要设置相应的清根余量。
  - 【岛清根余量】：设定岛清根加工的余量。
- 【清根进刀方式】：清根加工时，还可选择清根轨迹的进刀方式。
  - 【垂直】：刀具在工件的第一个切削点处直接开始切削。
  - 【直线】：刀具按给定长度，以相切方式向工件的第一个切削点前进。
  - 【圆弧】：刀具按给定半径，以 1/4 圆弧向工件的第一个切削点前进。
- 【清根退刀方式】：清根加工时，还可选择清根轨迹的退刀方式。
  - 【垂直】：刀具从工件的最后一个切削点直接退刀。
  - 【直线】：刀具按给定长度，以相切方式从工件的最后一个切削点退刀。
  - 【圆弧】：刀具从工件的最后一个切削点按给定半径，以 1/4 圆弧退刀。

2．等高线粗加工

等高线粗加工主要用于加工模具，如塑料模中圆导柱，可以采用两轴半加工，最后生成刀具轨迹为分层等高线粗加工刀路。

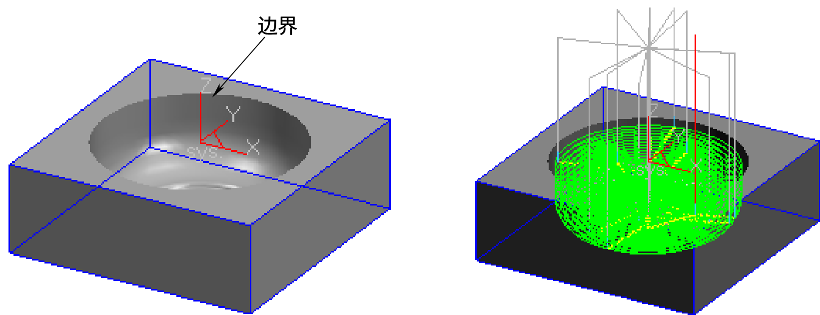


图 7-45　等高线粗加工

选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 粗加工 ”→“ 等高线粗加工 ”或单击“ 等高线粗加工 ”按钮，弹出 “ 等高线粗加工 ” 对话框。

1）单击 “ 加工参数 1 ” 选项卡，如图 7-46 所示。

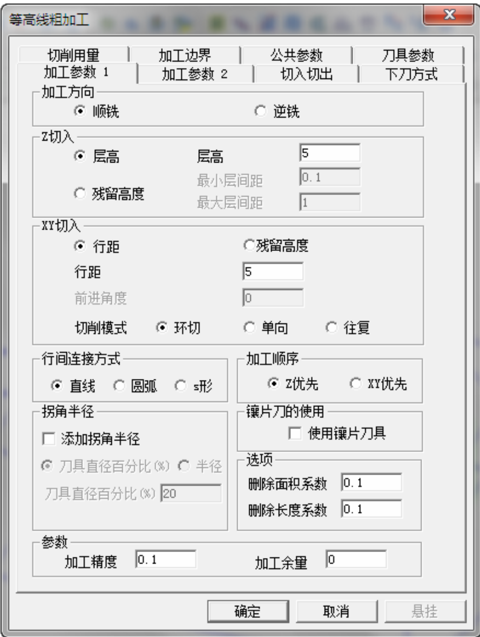
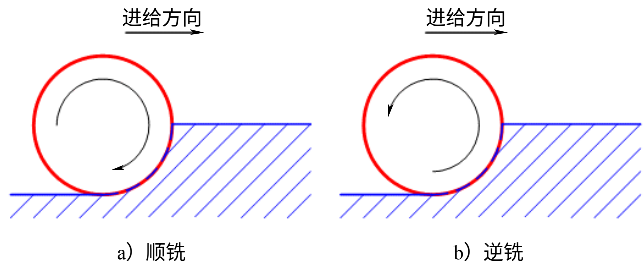


图 7-46　“ 加工参数 1 ” 选项卡

- 【加工方向】：加工方向设定有 “ 顺铣 ” 和 “ 逆铣 ” 两种，如图 7-47 所示。
- 【Z 切入】：Z 向切削设定。
  - ➢ 【层高】：Z 向每个加工层的切削深度。
  - ➢ 【残留高度】：系统会根据输入残留高度的大小计算 Z 向层高。“ 最大层间距 ” 是根据残留高度值在求得 Z 向层高时，为防止在加工较陡斜面时层高可能过大，限制层高在最大层间距的设定值之下。“ 最小层间距 ”是根据残留高度值在求得 Z 向层高时，为防止在加工较平坦面时层高可能过小，限制层高在最小层间距的设定值之上。
- 【XY 切入】：XY 方向切入量设置。
  - ➢ 【行距】：XY 方向相邻扫描行的距离。
  - ➢ 【残留高度】：由球头立铣刀铣削时，输入铣削通过时的残余量（残留高度）。

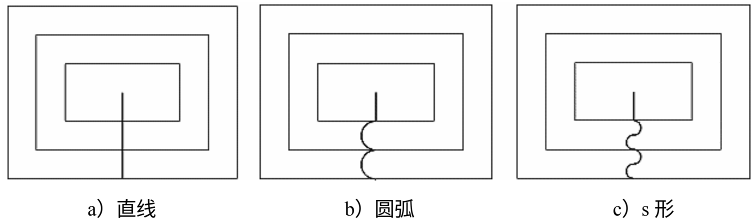
- 【切削模式】：XY 切削模式有 3 种。
  - 【环切】：生成环切粗加工轨迹。
  - 【单向】：只生成单方向的加工轨迹。快速进刀后，进行一次切削方向加工。
  - 【往复】：即使到达加工边界也不进行快速进刀，继续往复加工。



a）顺铣　　b）逆铣

图 7-47　加工方向

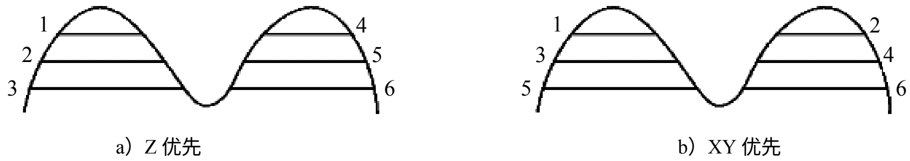
- 【行间连接方式】：行间连接方式有 3 种类型，如图 7-48 所示。
  - 【直线】：行间连接的路径为直线。
  - 【圆弧】：行间连接的路径为圆弧形。
  - 【s 形】：行间连接的路径为 S 形。



a）直线　　b）圆弧　　c）s 形

图 7-48　行间连接方式

- 【加工顺序】：包括两种形式，如图 7-49 所示。
  - 【Z 优先】：以被识别的峰或谷为单位进行加工。自动区分出峰和谷，逐个进行由高到低的加工（若加工开始、结束是按 Z 向上的情况则是由低到高）。若断面为不封闭形状时，有时会变成 X、Y 方向优先。
  - 【XY 优先】：按照 Z 向进刀的高度顺序加工，即仅仅在 X、Y 方向上由系统自动区分的峰或谷按顺序进行加工。



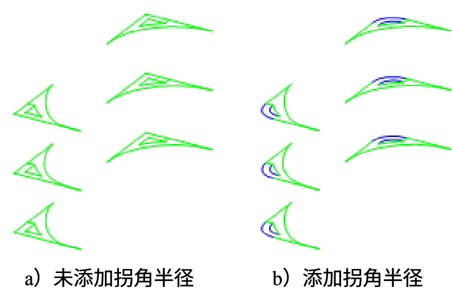
a）Z 优先　　b）XY 优先

图 7-49　加工顺序

- 【拐角半径】：在拐角部分加上圆弧，如图 7-50 所示。
  - 【添加拐角半径】：设定在拐角部分插补圆角 R。高速切削时减速转向，防止拐角处的过切。

➢ 【刀具直径百分比】：指定插补圆角 R 的圆弧半径相对于刀具直径的比率（%）。例如，刀具直径比为 20%，刀具直径为 50mm 的话，插补的圆角半径为 10mm。

➢ 【半径】：指定拐角处插入圆弧的大小（半径）。



a）未添加拐角半径　　b）添加拐角半径

图 7-50　拐角半径

● 【加工余量】：相对模型表面的残留高度，可以为负值，但不要超过刀角半径。

2）单击“加工参数 2”选项卡，如图 7-51 所示。



图 7-51　“加工参数 2”选项卡

● 【稀疏化加工】：用于是否删减粗加工 Z 层切削层数，如图 7-52 所示。

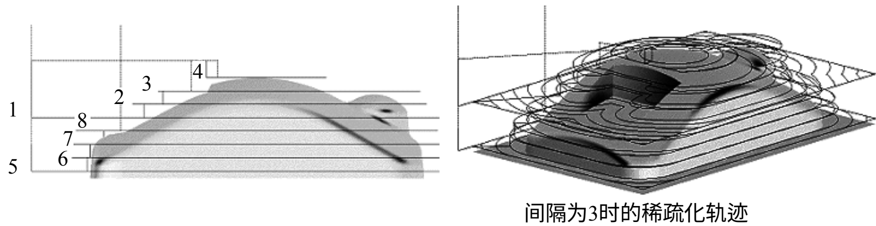
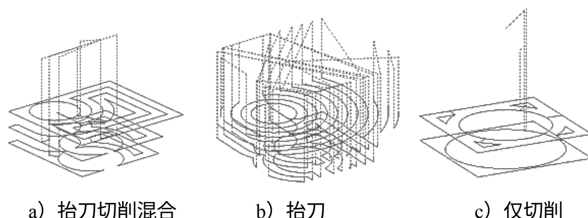


图 7-52　稀疏化加工

- 【稀疏化】：确定是否稀疏化。
- 【间隔层数】：从下向上，设定欲间隔的层数。
- 【步长】：对于粗加工后阶梯形状的残余量，设定 X、Y 方向的切削量。
- 【残留高度】：由球头立铣刀铣削时，输入铣刀通过时残余量（残留高度）。指定残留高度时，X、Y 切入量被导向显示。

● 【区域切削类型】：在加工边界上重复刀具路径的切削类型有 3 种选择，如图 7-53 所示。
- 【抬刀切削混合】：当加工对象范围内没有开放形状时，在加工边界上以切削移动进行加工。有开放形状时，回避全部的段。
- 【抬刀】：刀具移动到加工边界上时，快速往上移动到安全高度，再快速移动到下一个未切削的部分（刀具往下移动位置为[延长量]远离的位置）。
- 【仅切削】：在加工边界上用切削速度进行加工。



a）抬刀切削混合　b）抬刀　c）仅切削

图 7-53　区域切削类型

● 【执行平坦部识别】：自动识别模型的平坦区域，选择是否根据该区域所在高度生成轨迹。
- 【再计算从平坦部分开始的等间距】：设定是否根据平坦部区域所在高度重新度量 Z 向层高，生成轨迹。选择不再计算时，在 Z 向层高的路径间，插入平坦部分的轨迹。
- 【平坦部面积系数】：根据输入的平坦部面积系数（刀具截面积系数），设定是否在平坦部分生成轨迹，如图 7-54 所示。比较刀具的截面积和平坦部分的面积，满足下列条件时，生成平坦部分的轨迹。平坦部分面积>刀具截面积×平坦部面积系数（刀具截面积系数）。

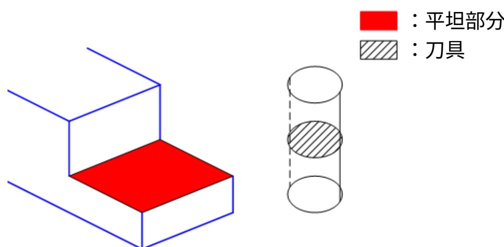


图 7-54　平坦部面积系数

3．扫描线粗加工

扫描线粗加工主要用于多曲面表面特征的凹模和凸模加工，适用于较平坦零件的粗加工

方式，如图 7-55 所示。

选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“扫描线粗加工”或单击“扫描线粗加工”按钮，弹出“扫描线粗加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-56 所示。

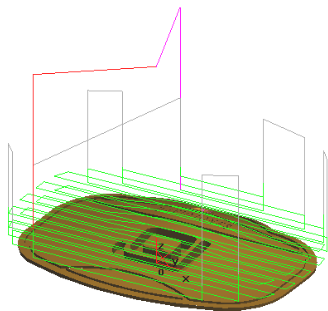


图 7-55　扫描线粗加工

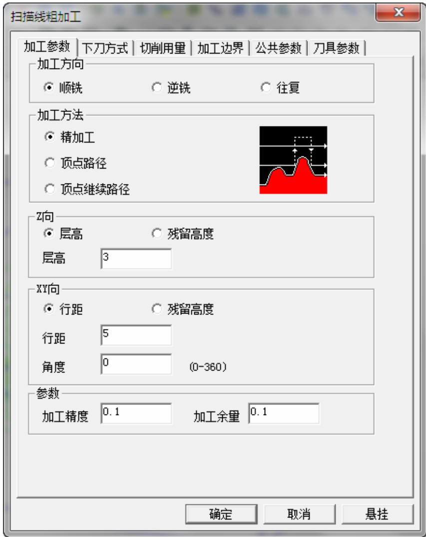
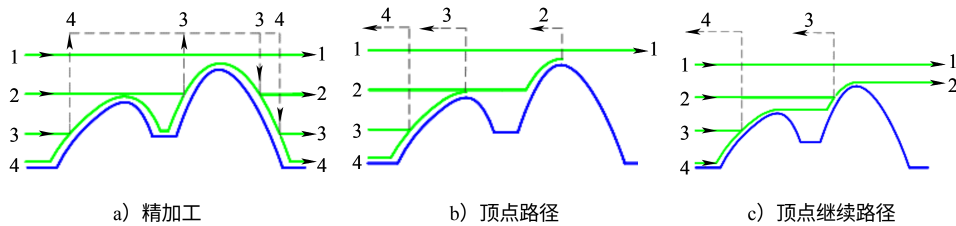


图 7-56　“加工参数”选项卡

“加工方法”有以下 3 种选择（如图 7-57 所示）：

- 【精加工】：生成沿着模型表面进给的精加工轨迹。
- 【顶点路径】：生成遇到第一个顶点则快速抬刀至安全高度的轨迹。
- 【顶点继续路径】：在已完成的加工中，生成含有最高顶点的轨迹，即达到顶点后继续走刀，直到上一加工层轨迹位置后快速抬刀至安全高度的轨迹。



a）精加工　　b）顶点路径　　c）顶点继续路径

图 7-57　加工方法

4．摆线式粗加工

摆线式粗加工适合平缓平面和曲面的凹模和凸模加工，适合两轴半加工，摆线式粗加工时按设定 Z 轴下降量逐层加工，如图 7-58 所示。

选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“摆线式粗加工”或单击“摆线式粗加工”按钮，弹出“摆线式粗加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-59 所示。

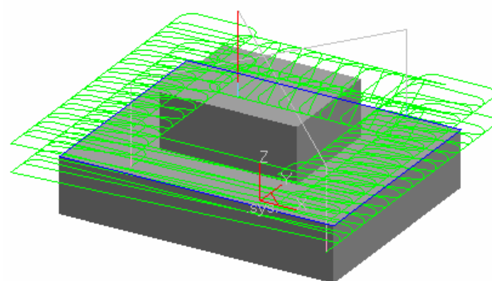


图 7-58　摆线式粗加工



图 7-59　“加工参数”选项卡

设定【加工条件】如下：

- 【切削圆弧半径】：输入切削圆弧的半径，如图 7-60 所示。
- 【残余部的切削】：用于设置摆线切削加工后残留部分。此时 X、Y 方向的切削步长为设定切削量的一半。

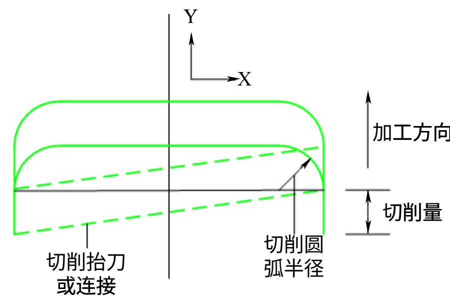
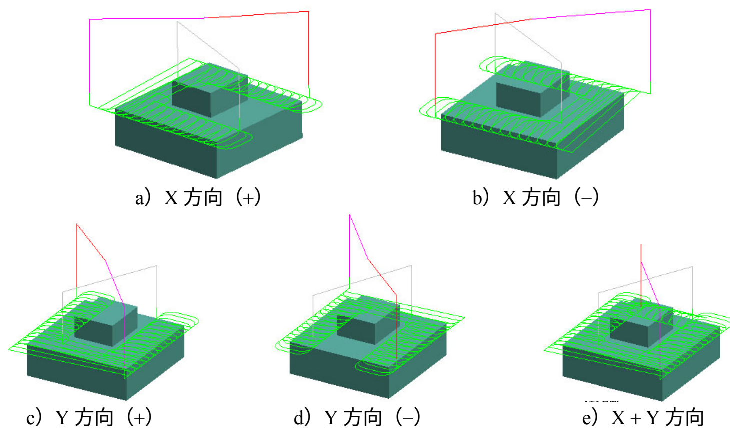


图 7-60　切削圆弧半径

- 【加工方向】　加工方向的设定有五种选择，如图 7-61 所示。
  - X 方向（+）：生成沿着 X 轴正方向的加工轨迹。
  - X 方向（−）：生成沿着 X 轴负方向的加工轨迹。
  - Y 方向（+）：生成沿着 Y 轴正方向的加工轨迹。
  - Y 方向（−）：生成沿着 Y 轴负方向的加工轨迹。
  - X+Y 方向：生成从模型周围开始的各方向的加工轨迹。



a）X 方向（+）　b）X 方向（–）

c）Y 方向（+）　d）Y 方向（–）　e）X＋Y 方向

图 7-61　加工方向

5．插铣式粗加工

插铣式粗加工适合加工复杂曲面模具和大中型模具深腔，如图 7-62 所示。

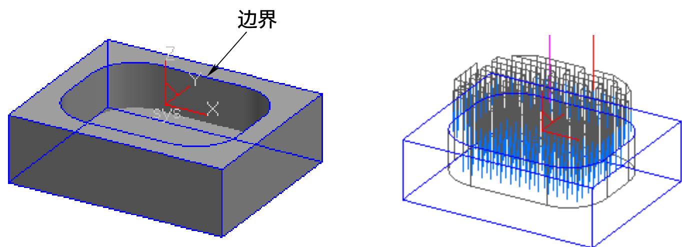


图 7-62　插铣式粗加工

选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“插铣式粗加工”或单击“插铣式粗加工”按钮，弹出“插铣式粗加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-63 所示。



图 7-63　“加工参数”选项卡

- 【钻孔模式】：限制插铣式粗加工的加工方向，如图 7-64 所示。

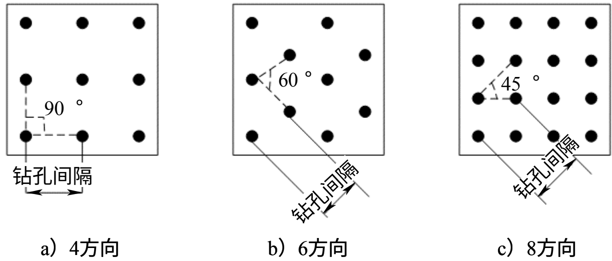


图 7-64　钻孔模式

  - 【4 方向】：插铣式粗加工的加工方向限定于 X、Y 轴的正、负方向上，此形式适用于数据量少和矩形形状比较多的模型。
  - 【6 方向】：插铣式粗加工的加工方向限定于周围 60 ° 间隔，此形式适用于倾斜 60 ° 或 120 ° 的模型。
  - 【8 方向】:插铣式粗加工的加工方向限定于周围 45 ° 间隔，这种加工形式比 4 方向间隔更细小、能更自由移动。
- 【钻孔间隔】：钻孔间隔是指插铣式粗加工时刀具轨迹之间的距离，如图 7-65 所示。
- 【加工开始高度】：选中“ 使用加工开始高度 ”复选框可使用加工开始高度，在“ 高度 ”文本框中设定加工开始高度。

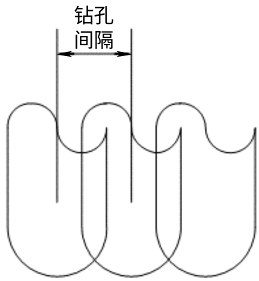


图 7-65　钻孔间隔

6．导动线粗加工

导动线粗加工是根据平面上的轮廓线及法平面的截面线来生成轨迹，以等高环绕方式进行表面加工，如图 7-66 所示。

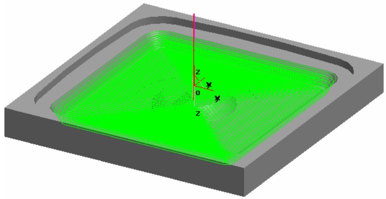


图 7-66　导动线粗加工

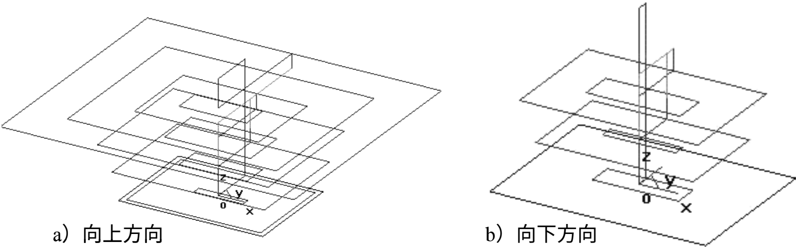
选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 粗加工 ”→“ 导动线粗加工 ”或单击“ 导动线粗加工 ”按钮，弹出“ 导动线粗加工 ”对话框。单击“ 加工参数 ”选项卡，如图 7-67 所示。

- 【截面指定方法】：截面指定方法有两种。
  - 【截面形状】：参照加工领域的截面形状所指定的形状。
  - 【倾斜角度】：以指定的倾斜角度，做成一定倾斜的轨迹。输入倾斜角度，输入范围为 0 ° ～90 ° 。



图 7-67 “加工参数”选项卡

- 【截面认识方法】：有两种选择。
  - 【向上方向】：对于加工领域，指定朝上的截面形状（倾斜角度方向），生成的轨迹如图 7-68a 所示。
  - 【向下方向】：对于加工领域，指定朝下的截面形状（倾斜角度方向），生成轨迹如图 7-68b 所示。注意，在三维截面形状中，指定形状为凸形时，不能够做成轨迹。



a）向上方向　　b）向下方向

图 7-68　截面认识方法

7.2.3　精加工

精加工主要包括平面轮廓精加工、轮廓导动精加工、曲面轮廓精加工、曲面区域精加工、参数线精加工、投影线精加工、轮廓线精加工、导动线精加工、等高线精加工、扫描线精加工、浅平面精加工、限制线精加工、三维偏置精加工和深腔侧壁精加工。

1．平面轮廓精加工

平面轮廓精加工主要应用于平面轮廓零件底平面、垂直侧壁的精加工，支持具有一定拔模斜度的轮廓轨迹，通过定义加工参数也可实现粗加工功能。它的优点是不需要进行 3D 实体的造型，直接使用 2D 曲线生成加工轨迹，且计算速度块。其图形示例如图 7-69 所示。

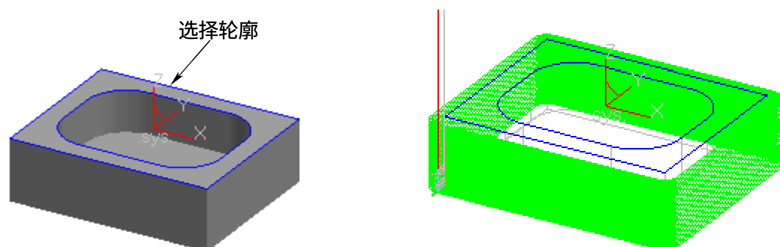


图 7-69　平面轮廓精加工图形示例



注意

平面轮廓精加工参数与平面粗加工策略中的有关设置基本一致，可参考学习。

2．轮廓导动精加工

轮廓导动精加工利用二维轮廓线和截面即可生成轨迹，生成轨迹方式简便快捷，加工代码较短，加工时间短，精度高，支持残留高度模式，可用于加工规则的圆弧、倒角或凹球形零件。其图形示例如图 7-70 所示。

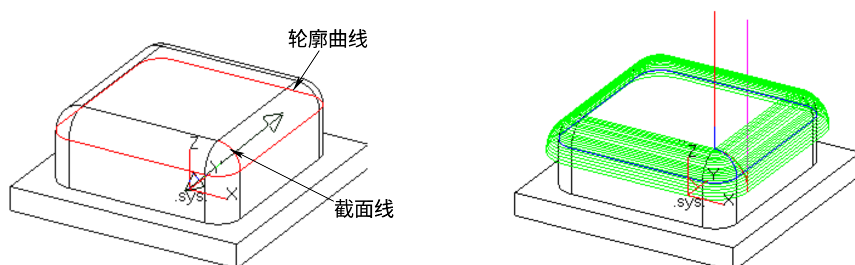


图 7-70　轮廓导动精加工图形示例

3．曲面区域精加工

曲面区域精加工主要用于曲面的局部加工，可大大提高曲面局部加工精度，也可用于曲面上的铣槽、文字加工等。其图形示例如图 7-71 所示。

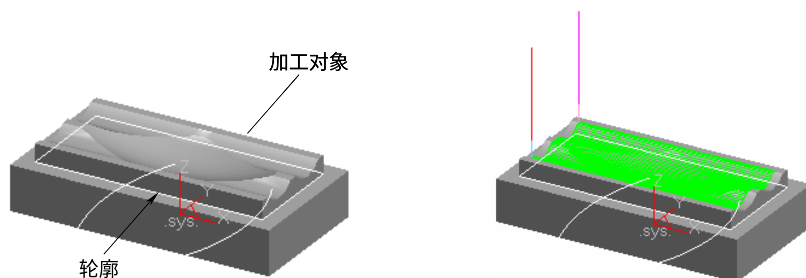


图 7-71　曲面区域精加工图形示例

4．参数线精加工

参数线精加工是指沿着曲面的参数线方向生成三轴刀具轨迹，可用于局部曲面的精加工。其图形示例如图 7-72 所示。

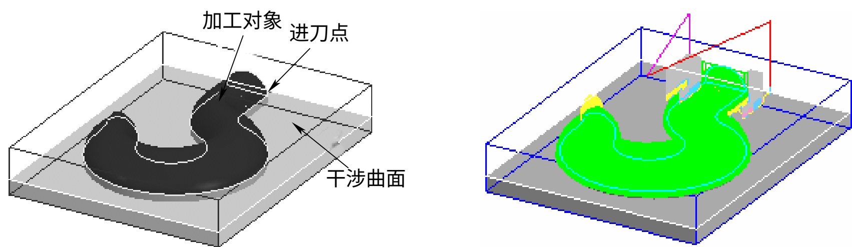


图 7-72　参数线精加工图形示例

5．轮廓线精加工

轮廓线精加工用于生成沿轮廓线切削的刀具轨迹，指定当前高度、底面高度和每层下降高度，即可计算得到加工层数。其图形示例如图 7-73 所示。

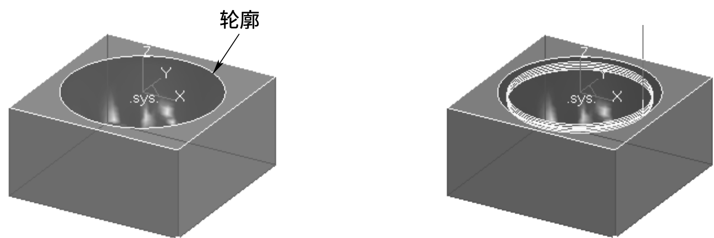


图 7-73　轮廓线精加工图形示例

选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“轮廓线精加工”或单击“轮廓线精加工”按钮，弹出“轮廓线精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-74 所示。

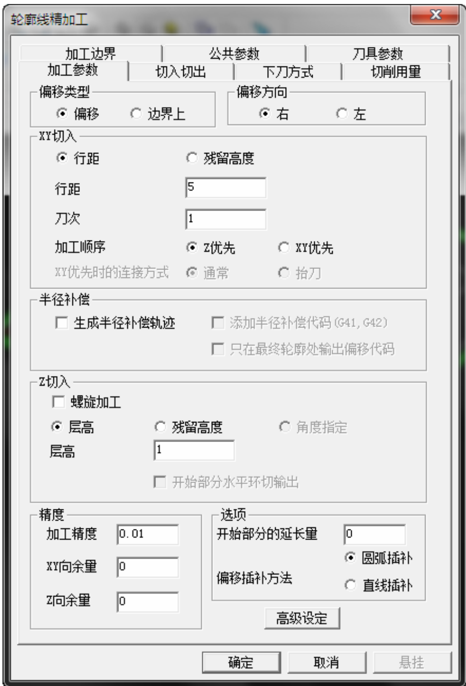


图 7-74　“加工参数”选项卡

- 【偏移类型】：偏移类型有以下两种方式选择。根据偏移类型的选择，后面的参数可以在“偏移方向”或者“接近方法”间切换。
  - ➢ 【偏移】：对于加工方向，生成加工边界右侧还是左侧的轨迹。偏移侧由“偏移方向”指定。
  - ➢ 【边界上】：在加工边界上生成轨迹，“接近方法”中指定刀具接近侧。
- 【偏移方向】：“偏移类型”选择为“偏移”时设定。对于加工方向，相对加工范围偏移在哪一侧，有以下两种选择，如图 7-75 所示。不指定加工范围时，以毛坯形状的顺时针方向作为基准。
  - ➢ 【右】：在右侧生成偏移轨迹。
  - ➢ 【左】：在左侧生成偏移轨迹。

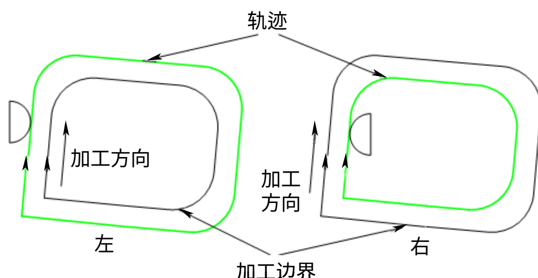


图 7-75 偏移方向

- 【接近方法】：【偏移类型】选择为【边界上】时设定。对于加工方向，相对加工范围偏移在哪一侧，有以下两种选择，如图 7-76 所示。不指定加工边界时，以毛坯形状的顺时针方向作为基准。

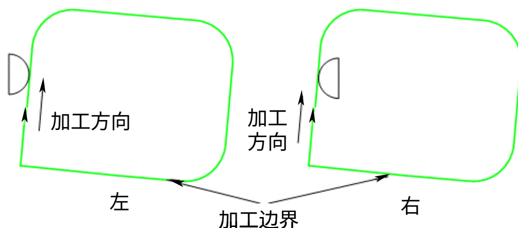


图 7-76 接近方法

  - ➢ 【右】：生成相对于基准方向偏移在右侧的轨迹。
  - ➢ 【左】：生成相对于基准方向偏移在左侧的轨迹。
- 【开始部分的延长量】：当设定领域是开放形状时，在切削截面的开始和结束位置，增加相切方向的接近部轨迹和返回部轨迹，如图 7-77 所示。

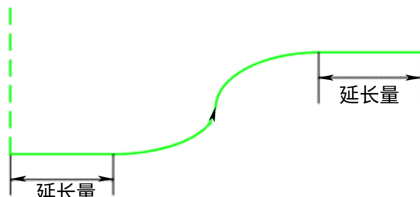


图 7-77 开始部分的延长量

- 【偏移插补方法】：在“偏移类型”中选择为“偏移”时设定。在生成偏移加工边界轨迹时有两种插补功能：“圆弧插补”生成圆弧插补轨迹，“直线插补”生成直线插补轨迹，如图 7-78 所示。

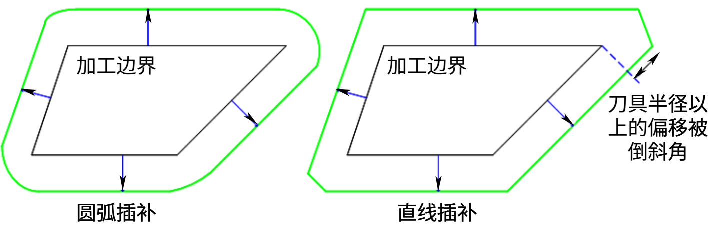


图 7-78　偏移插补方法

6．导动线精加工

导动线精加工是二维加工的扩展，也可以理解为平面轮廓的等截面加工，是用轮廓线沿导动线平行运动生成轨迹的方法，如图 7-79 所示。它相当于平行导动曲面的算法，只不过生成的不是曲面而是轨迹。其截面形状可以是开放的也可以是封闭的，但导动线必须是开放的。

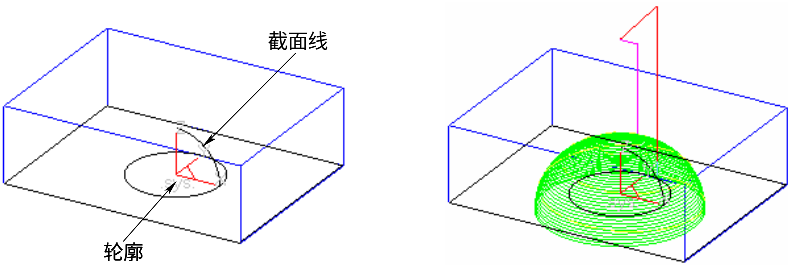


图 7-79　导动线精加工

选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“导动线精加工”或单击“导动线精加工”按钮，弹出“导动线精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-80 所示。

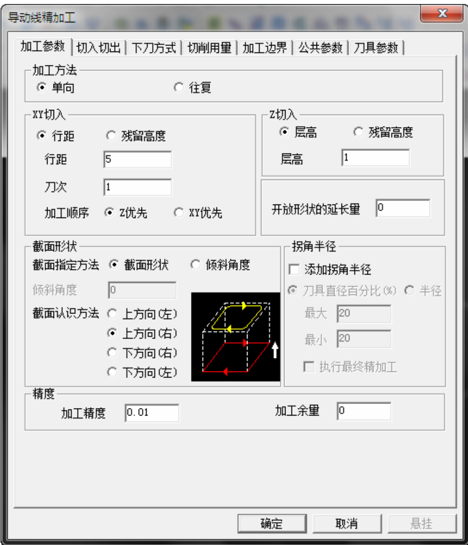


图 7-80　“加工参数”选项卡

- 【截面形状】：截面指定方法有以下两种选择。
  - 【截面形状】：参照加工工件的截面形状所指定的形状。
  - 【倾斜角度】：以指定的倾斜角度，做成一定倾斜的轨迹。输入倾斜角度。输入范围为 0°～90°。
- 【截面认识方法】：对于加工轮廓设定的箭头方向，指定截面形状及上下方向有以下 4 种选择：
  - 【上方向（右）】：加工领域为顺时针时，凸模形状做成顺铣轨迹。加工领域为逆

时针时，凹模形状做成顺铣轨迹，如图 7-81 所示。

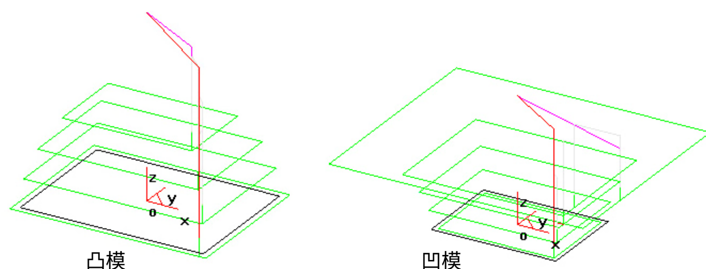


图 7-81 上方向（右）

➢ 【上方向（左）】：加工领域为顺时针时，凹模形状做成逆铣轨迹。加工领域为逆时针时，凸模形状做成逆铣轨迹，如图 7-82 所示。

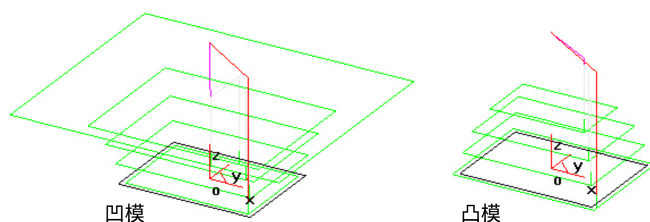


图 7-82 上方向（左）

➢ 【下方向（右）】：加工领域为顺时针时，凹模形状做成逆铣轨迹。加工领域为逆时针时，凸模形状做成逆铣轨迹，如图 7-83 所示。

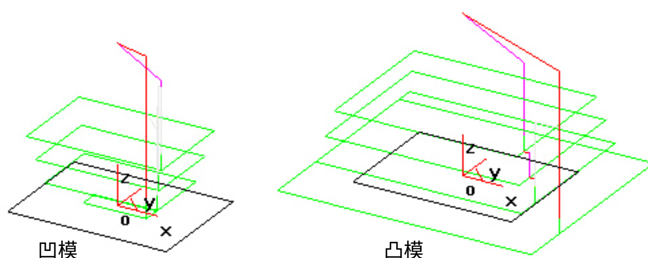


图 7-83 下方向（右）

➢ 【下方向（左）】：加工领域为顺时针时，凸模形状做成顺铣轨迹。加工领域为逆时针时，凹模形状做成顺铣轨迹，如图 7-84 所示。

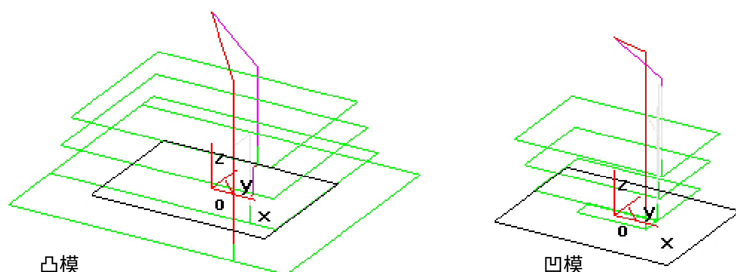


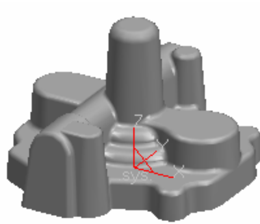
图 7-84 下方向（左）

7．等高线精加工

等高线精加工可以生成分层等高式精加工轨迹，主要应用于斜度较大曲面的精加工，对于平坦曲面的加工不理想，如图 7-85 所示。

8．扫描线精加工

扫描线精加工即在平行加工方向的垂直面上进行加工，扫描线精加工在加工表面比较平坦的零件时能获得较好的效果，如图 7-86 所示。



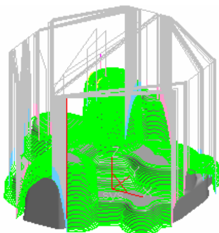


图 7-85　等高线精加工

图 7-86　扫描线精加工

选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“扫描线精加工”或单击“扫描线精加工”按钮，弹出“扫描线精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-87 所示。

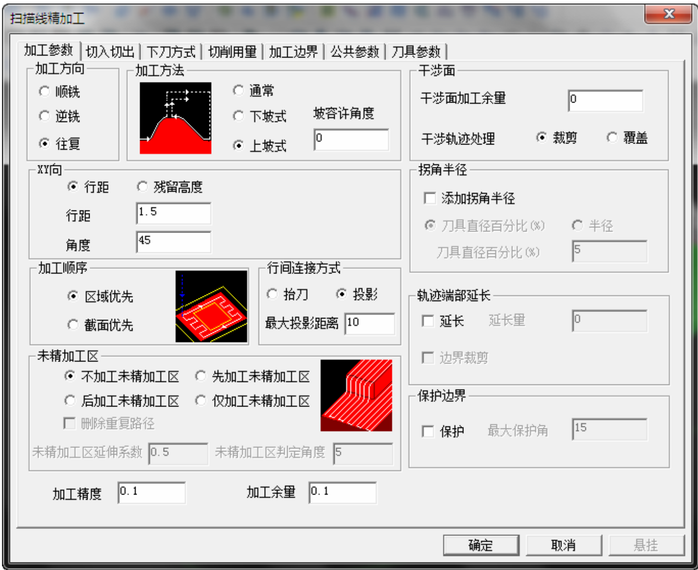


图 7-87　“加工参数”选项卡

- 【加工方法】：加工方式的设定有以下三种选择，如图 7-88 所示。
  - ➢ 【通常】：生成通常的扫描线精加工轨迹。
  - ➢ 【下坡式】：生成下坡式的扫描线精加工轨迹。
  - ➢ 【上坡式】：生成上坡式的扫描线精加工轨迹。
- 【坡容许角度】：上坡式和下坡式的容许角度。例如，在上坡式中即使一部分轨迹向下走，但小于坡容许角度，仍被视为向上，生成上坡式轨迹。在下坡式中即使

一部分轨迹向上走，但小于坡容许角度，仍被视为向下，生成下坡式轨迹，如图 7-89 所示。

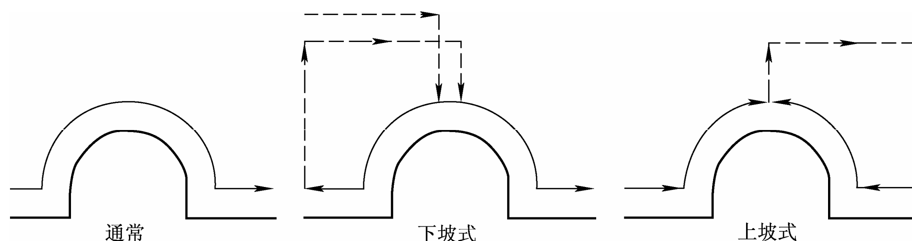


图 7-88　加工方法

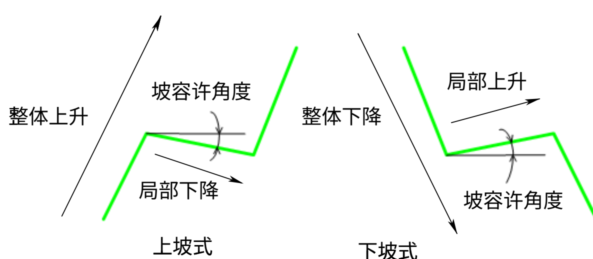


图 7-89　坡容许角度

- 【加工顺序】：加工顺序有以下两种选择方式，如图 7-90 所示。

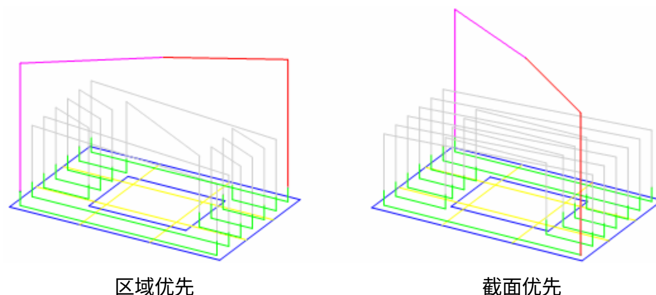


图 7-90　加工顺序

  - 【区域优先】：当判明加工方向截面后，生成区域优先的轨迹，提刀轨迹较少。
  - 【截面优先】：当判明加工方向截面后，抬刀后快速移动然后下刀，生成截面优先的轨迹。
- 【行间连接方式】：行间连接方式有以下两种。
  - 【抬刀】：通过抬刀，快速移动，下刀完成相邻切削行间的连接。
  - 【投影】：在需要连接的相邻切削行间生成切削轨迹，通过切削移动来完成连接。
- 【最大投影距离】：投影连接的最大距离，当行间连接距离（XY 向）≤最大投影距离时，采用投影方式连接，否则，采用抬刀方式连接。
- 【未精加工区】：未精加工区与行距及曲面的坡度有关，行距较大时，行间容易产生较大的残余量，达不到加工精度的要求，这些区域就会被视为未精加工区；坡度较大时，行间的空间距离较大，也容易产生较大的残余量，这些区域就会被视为未精

加工区。所以，未精加工区是由行距及未精加工区判定角度共同决定的。未精加工区的轨迹方向与扫描线轨迹方向成 90° 夹角，行距相同，如图 7-91 所示。

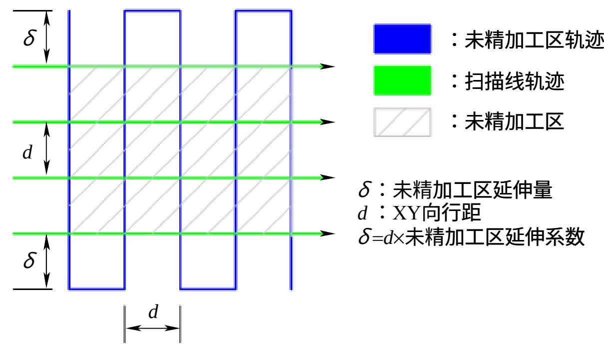


图 7-91　未精加工区

- 【不加工未精加工区】：只生成扫描线轨迹。
- 【先加工未精加工区】：生成未精加工区轨迹后再生成扫描线轨迹。
- 【后加工未精加工区】：生成扫描线轨迹后再生成未精加工区轨迹。
- 【仅加工未精加工区】：仅仅生成未精加工区轨迹。
- 【未精加工区延伸系数】：设定未精加工区轨迹的延长量，即 XY 向行距的倍数。
- 【未精加工区判定角度】：未精加工区方向轨迹的倾斜程度判定角度，将这个范围视为未精加工区生成轨迹

● 【干涉面】：也称检查曲面，是与保护加工曲面相关的一些曲面。

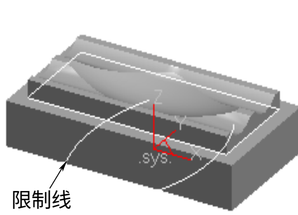
- 【干涉面加工余量】：干涉面处的加工余量。
- 【干涉轨迹处理】：加工干涉面的轨迹有裁剪和覆盖两种处理方式，“裁剪”指在加工干涉面处进行抬刀或不进行加工处理。“覆盖”指保留干涉面处的轨迹。

9．限制线精加工

限制线精加工是使用限制线在模型中的某一区域内生成精加工，生成多个曲面的 3 轴刀具估计，其刀具轨迹线限制在一系列限制线内，根据限制线的位置可对曲面进行区域或者整体加工，如图 7-92 所示。

10．三维偏置精加工

三维偏置精加工是刀具环绕边界在 XY 平面上的投影与实体形成的三维交线的封闭环路，并沿设定行距从外向内或从内向外环绕加工选定的封闭区域生成刀具轨迹，如图 7-93 所示。



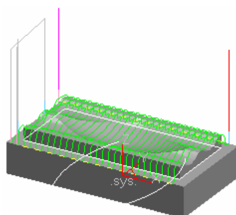


图 7-92　限制线精加工

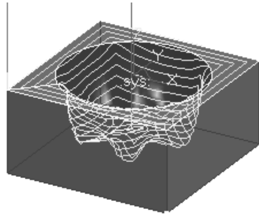


图 7-93　三维偏置精加工

选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“三维偏置精加工”或单击“三维偏置精加工”按钮，弹出“三维偏置精加工”对话框，单击“加工参数”选项卡，如图 7-94 所示。



图 7-94 “加工参数”选项卡

- 【进行方向】：进行方向的设定有以下两种选择，如图 7-95 所示。
  - 【边界->内侧】：生成从加工边界到内侧收缩型的加工轨迹。
  - 【内侧->边界】：生成从内侧到加工边界扩展型的加工轨迹。
- 【行间连接方式】：行间连接有如下两种方式。
  - 【抬刀】：通过抬刀，快速移动，下刀完成相邻切削行间的连接。
  - 【投影】：在需要连接的相邻切削行间生成切削轨迹，通过切削移动来完成连接。当行间连接距离（XY 向）≤最小抬刀高度时，采用投影方式连接，否则，采用抬刀方式连接。

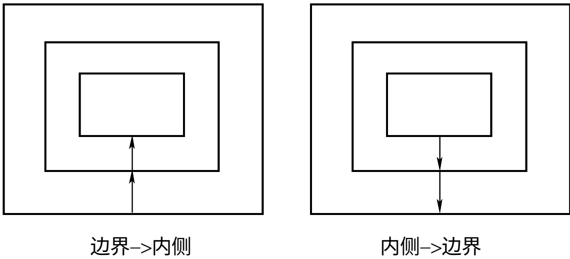


图 7-95　进行方向

11．深腔侧壁精加工

深腔侧壁精加工是精加工刀具环绕由加工边界在 XY 平面上的投影与实体形成的三维交线的封闭环路，并按设定的 Z 行距上下纵向加工选定的封闭区域形成深腔侧壁加工轨迹，如图 7-96 所示。

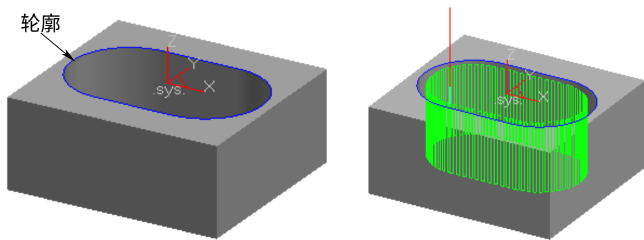


图 7-96　深腔侧壁精加工

7.2.4　补加工

补加工主要包括等高线补加工、笔式清根加工和区域式补加工。

1．等高线补加工

等高线补加工是等高线粗加工的补充，当大刀具做完等高线粗加工之后，一般用小刀具做等高线补加工，去除残余的余量。

选择下拉菜单“加工”→“补加工”→“等高线补加工”或单击“等高线补加工”按钮，弹出“等高线补加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-97 所示。

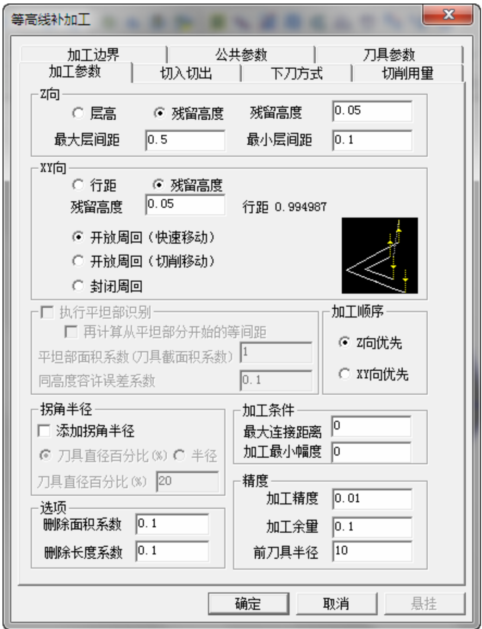
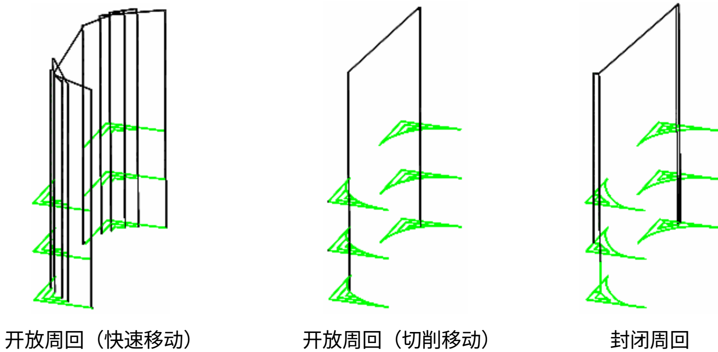


图 7-97　“加工参数”选项卡

每一层补加工轨迹行间的连接方式有 3 种，如图 7-98 所示。

- 【开放周回（快速移动）】：在开放形状中，以快速移动进行抬刀。
- 【开放周回（切削移动）】：在开放形状中，生成切削移动轨迹。
- 【封闭周回】：在开放形状中，生成封闭的周回轨迹。



开放周回（快速移动）　　开放周回（切削移动）　　封闭周回

图 7-98　补加工轨迹行间的连接方式

2．笔式清根加工

笔式清根加工是精加工结束后在零件的根角部再清一刀，生成角落部分的补加工刀路轨迹。

选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 补加工 ”→“ 笔式清根加工 ”或单击“ 笔式清根加工 ”按钮，弹出“ 笔式清根加工 ” 对话框。单击“ 加工参数 ” 选项卡，如图 7-99 所示。



图 7-99 “ 加工参数 ” 选项卡

- 【加工方法】：设定有顺铣、逆铣、上坡式、下坡式四种选择，上坡式、下坡式如图 7-100 所示。
- 【沿面方向】：设定沿模型表面方向多行切削。
  - 【切削宽度】：未加工区域切削范围沿面方向的延伸宽度，设定后沿未加工区域会生成多条轨迹。设定延伸宽度为 0 时，沿未加工区域只生成一条轨迹。
  - 【行距】：切削宽度方向多行切削相邻行间的间隔。

生成沿模型表面方向多行切削有以下 3 种选择。

  - 【由外到里的两侧】：由外到里，以两侧往中心的交互方式生成轨迹。
  - 【由外到里的单侧】：由外到里，以一侧往另一侧的方式生成轨迹。
  - 【由里到外】：由里到外，一个单侧轨迹生成后再生成另一单侧的轨迹。

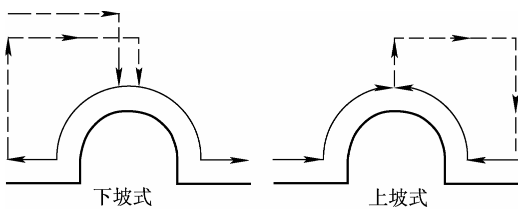


图 7-100　下坡式和上坡式

- 【计算类型】：有两种形式。
  - 【深模型】：生成适合具有深沟的模型或者极端浅沟模型的轨迹。
  - 【浅模型】：生成适合冲压用的大型模型，和深模型相比，计算时间短。

- 【选项】：有以下选项。
  - 【面面夹角】：定义两平面之间的夹角，如图 7-102 所示。如果面面夹角大于该值时不在这里做出补加工轨迹。所以系统计算出的面面之间的夹角小于面面夹角的凹棱线处才会做出补加工轨迹。范围 0 ° ≤面面夹角≤180 ° 。

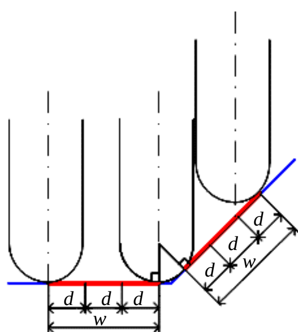


图 7-101　切削宽度和行距

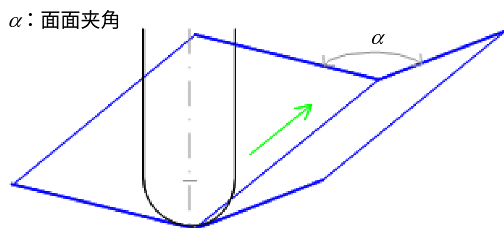


图 7-102　面面夹角

  - 【凹棱形状分界角】：补加工区域部分可以分为平坦区和垂直区两个类别进行轨迹的计算。这两个类别通过凹棱形状分界角为分界线进行区分。凹棱形状分界角的范围，0°≤凹棱形状分界角≤90°。凹棱形状角度指面面成凹状的棱线与水平面所成的角度，当凹棱形状角度>凹棱形状分界角的补加工区域为垂直区；当凹棱形状角度≤凹棱形状分界角的补加工区域为平坦区。
  - 【近似系数】：原则上建议使用 1.0。它是一个调整计算加工精度的系数。近似系数×加工精度被作为将轨迹点拟合成直线段轨迹时的拟合误差。
  - 【删除长度系数】：根据输入的删除长度系数，设定是否生成微小轨迹。删除长度=刀具半径×删除长度系数。删除大于删除长度且大于凹棱形状分界角的轨迹，这是由于较陡峭且较长的轨迹不利于走刀。也就是说，垂直区轨迹的长度<删除长度，平坦区轨迹不受删除长度系数的影响。一般请采用删除长度系数的初始值。
- 【调整计算网格因子】：设定轨迹光滑的计算网格因子，因子的推荐值为 0.5～1.0，一般设定为 1.0。虽然因子越小生成的轨迹越光滑，但计算时间会越长。

3．区域式补加工

区域式补加工主要用于型腔和型芯内圆角的补加工，对大直径刀具未切削到的圆角处进行补加工。补加工区域可以分为平坦区和垂直区，区域式补加工方法将在垂直区生成等高线加工轨迹，在平坦区生成类似于三维偏置的轨迹，如图 7-103 所示。

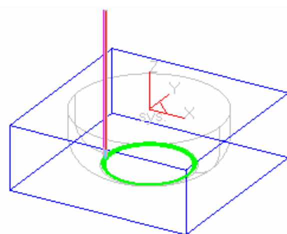


图 7-103　区域式补加工

7.2.5　槽加工

轴类零件、精密模具以及部分特殊形状零件中存在槽，其常见形状有直槽、环形槽、2D

和 3D 槽，本节介绍曲线式铣槽、扫描式铣槽。

1．曲线式铣槽

曲线式铣槽主要适用于切除实体中的多余部分，也适合于加工凹模和凸模等零件。

选择下拉菜单“加工”→“槽加工”→“曲线式铣槽”或单击“曲线式铣槽”按钮，弹出“曲线式铣槽”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-104 所示。



图 7-104 “加工参数”选项卡

- 【路径类型】：包括以下选项。
  - 【投影到模型】：在模型上做成投影路径。注意，选择这一项必须在交互的时候选择了模型，否则计算失败，并且不能和偏移同时使用。
  - 【投影】：设定是否做成考虑刀尖的路径。根据考虑刀尖，在模型表面定义线框形状可做成不干涉模型的路径。
- 【偏移】：在做成指定线框的偏移路径时指定。偏移方向可选择以下两种。
  - 【左】：做成各线框形状箭头方向左侧的偏移路径。
  - 【右】：做成各线框形状箭头方向右侧的偏移路径。
- 【加工方法】：包括以下选项，如图 7-105 所示。
  - 【简易铣槽加工】：在 Z 方向上，复制指定数（“刀次”或“高度/层高”）条导向曲线，形成轨道，然后按照这些轨道生成刀具轨迹。
  - 【3D 铣槽加工】：在 Z 方向上，按照指定数（“刀次”或“高度/层高”）间取导向曲线，形成轨道，然后按照这些轨道生成加工路径。

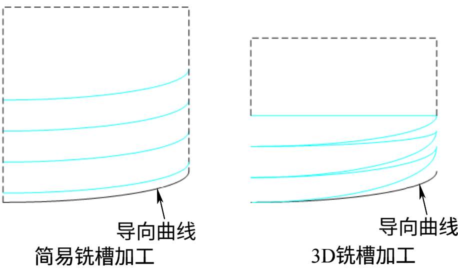


图 7-105 加工方法

2．扫描式铣槽

扫描式铣槽主要用于以扫描线的方式生成铣槽轨迹，适用于实体中多余部位的补加工，也可以用于凹模和凸模的加工。

选择下拉菜单“加工”→“槽加工”→“扫描式铣槽”或单击“扫描式铣槽”按钮，弹出“扫描式铣槽”对话框。单击“加工参数”选项卡，如图 7-106 所示。

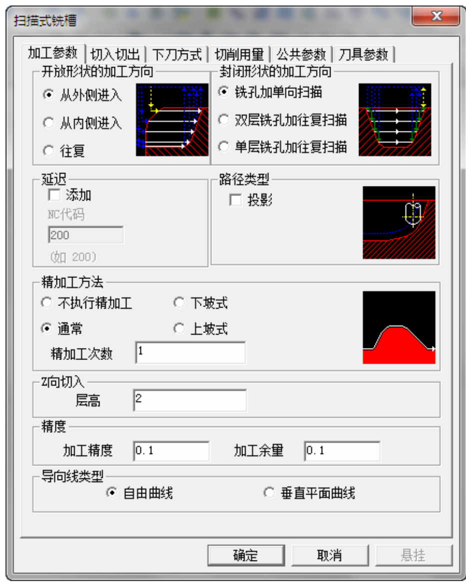


图 7-106 “加工参数”选项卡

- 【开放形状的加工方向】：有以下三种选择，如图 7-107 所示。
  - 【从外侧进入】：刀具水平切入模型，接触到轮廓线则垂直切出。
  - 【从内侧进入】：刀具垂直切入模型，接触到轮廓线则水平切出。
  - 【往复】：刀具切入模型后，一个高度加工后，不切出继续进行下一层的加工。
- 【封闭形状的加工方向】：有三种选择，如图 7-108 所示。

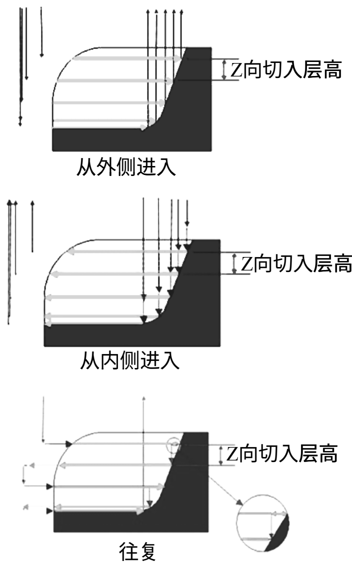


图 7-107　开放形状的加工方向

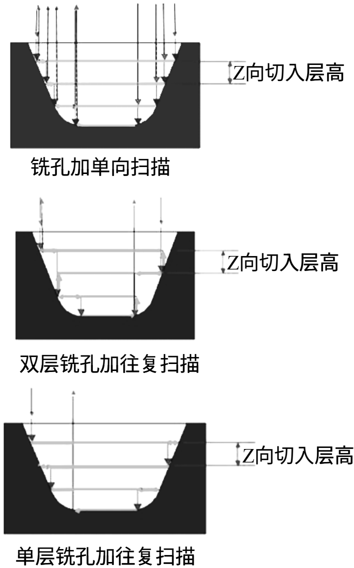


图 7-108　封闭形状的加工方向

- 【铣孔加单向扫描】：槽两端进行孔加工后，中间进行单方向加工。
- 【双层铣孔加往复扫描】：槽两端，两倍于 Z 方向指定切深的孔穴加工与往复加工

交替进行。

- ➢ 【单层铣孔加往复扫描】:在 Z 方向每层进行往复加工。

- 【投影】：选择刀具投影与导向线。不选择投影的话，刀具移动到导向线上。选择投影的话，刀具将导向线视作最终形状进行移动，如图 7-109 所示。

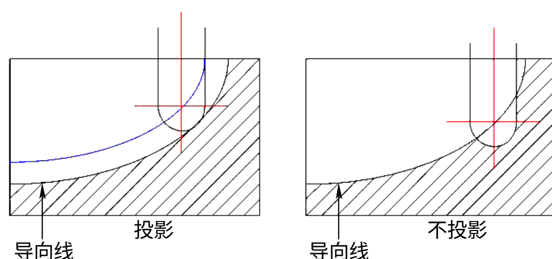


图 7-109 投影示意图

7.2.6 其他加工

其他加工主要包括工艺钻孔设置、工艺钻孔加工和孔加工等，下面将分别介绍。

1．工艺钻孔设置

选择下拉菜单“加工”→“其他加工”→“工艺钻孔设置”命令，弹出“工艺钻孔设置”对话框，如图 7-110 所示。

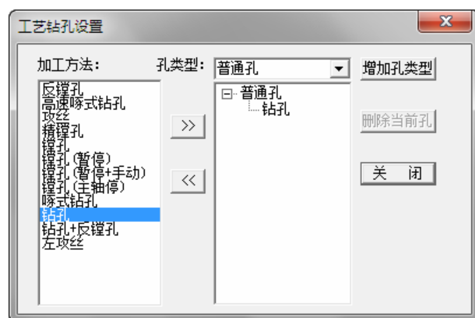


图 7-110 “工艺钻孔设置”对话框

- 【加工方法】：提供 12 种孔加工方式，高速啄式钻孔 G73、左攻丝 G74、精镗孔 G76、钻孔 G81、钻孔+反镗孔 G82、啄式钻孔 G83、攻丝 G84、镗孔 G85、镗孔（主轴停）G86、反镗孔 G87、镗孔（暂停+手动）G88、镗孔（暂停）G89。
- »按钮：将选中的孔加工方式添加到工艺钻孔加工设置文件中。
- «按钮：将选中的孔加工方式从工艺钻孔加工设置文件中删除。
- 增加孔类型：设置新工艺钻孔加工设置文件文件名。
- 删除当前孔：删除当前工艺钻孔加工设置文件。
- 关闭：保存当前工艺钻孔加工设置文件并退出。

2．工艺钻孔加工

用于生成工艺钻孔加工轨迹。

1）选择下拉菜单“加工”→“其他加工”→“工艺钻孔加工”命令，弹出“工艺钻孔加工向导 步骤 1/4 定位方式”对话框，如图 7-111 所示。

孔定位方式有以下 3 种。

- 【输入点】：客户可以根据需要，输入点的坐标，确定孔的位置。
- 【拾取点】：客户通过拾取屏幕上的存在点，确定孔的位置。
- 【拾取圆】：客户通过拾取屏幕上的圆，确定孔的位置。

2）拾取钻孔对象后，单击“下一步”按钮，弹出“工艺钻孔加工向导 步骤 2/4 路径优化”对话框，如图 7-112 所示。

图 7-111 “工艺钻孔加工向导　步骤 1/4 定位方式”对话框

图 7-112 “工艺钻孔加工向导　步骤 2/4 路径优化”对话框

路径优化包括以下选项：

- 【缺省情况】：不进行路径优化。
- 【最短路径】：依据拾取点间距离和的最小值进行优化。
- 【规则情况】：该方式主要用于矩形阵列情况，其中“X 优先”依据各点 X 坐标值的大小排列，“Y 优先”依据各点 Y 坐标值的大小排列，如图 7-113 所示。

a）X 优先　　b）Y 优先

图 7-113　规则情况

3）单击“下一步”按钮，弹出“工艺钻孔加工向导　步骤 3/4 选择孔类型”对话框，如图 7-114 所示。工艺文件选择是选择已经设计好的工艺加工文件，工艺加工文件在“工艺钻孔设置”中设置。

4）单击“下一步”按钮，弹出“工艺钻孔加工向导　步骤 4/4 设定参数”对话框，如图 7-115 所示。用于设置每个钻孔子项的参数。

图 7-114 “工艺钻孔加工向导　步骤 3/4 选择孔类型”对话框

图 7-115 “工艺钻孔加工向导　步骤 4/4 设定参数”对话框

3．孔加工

选择下拉菜单“加工”→“其他加工”→“孔加工”命令，弹出“孔加工”对话框，如图 7-116 所示。

- 【安全高度（绝对）】：刀具在此高度以上任何位置，均不会碰伤工件和夹具。
- 【主轴转速】：机床主轴的转速。
- 【安全间隙】：钻孔前距离工件表面的安全高度。
- 【钻孔速度】：钻孔刀具的进给速度。
- 【钻孔深度】：孔的加工深度。
- 【工件平面】：工件表面高度，也就是钻孔切削开始点的高度。
- 【暂停时间】：攻丝时刀在工件底部的停留时间。
- 【下刀增量】：钻孔时每次钻孔深度的增量值。
- 【钻孔位置定义】：包括以下两个选项：
  - 【输入点位置】：用户可以根据需要，输入点的坐标，确定孔的位置。
  - 【拾取存在点】：拾取屏幕上的存在点，确定孔的位置。

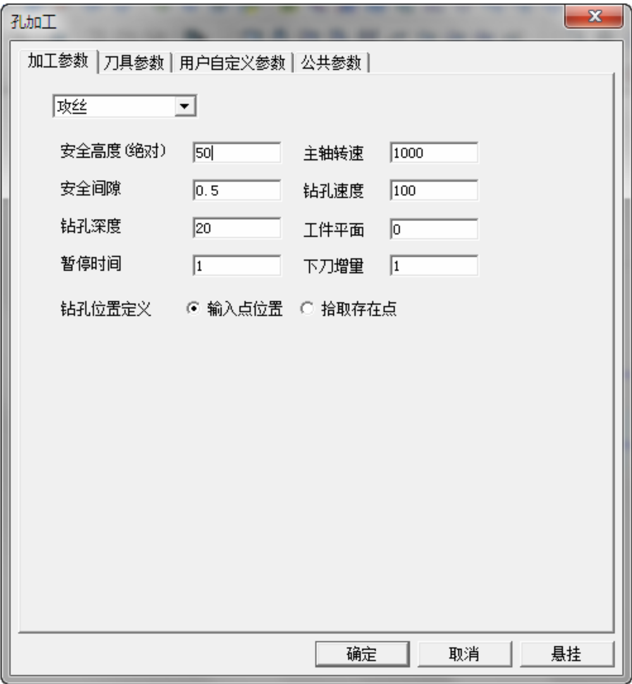


图 7-116 “孔加工”对话框

7.2.7 知识加工

1．生成模板

用于记录用户已经成熟或定型的加工流程，在模板文件中记录加工流程中各个工步的加工参数。

选择下拉菜单“加工”→“知识加工”→“生成模板”命令，选择刀轨后，弹出“选择模板文件”对话框，输入文件名后，单击“确定”按钮，将选中的若干轨迹生成模板文件*.cpt.，如图 7-117 所示。模板文件只保存轨迹的加工参数和刀具参数，不保存几何参数。

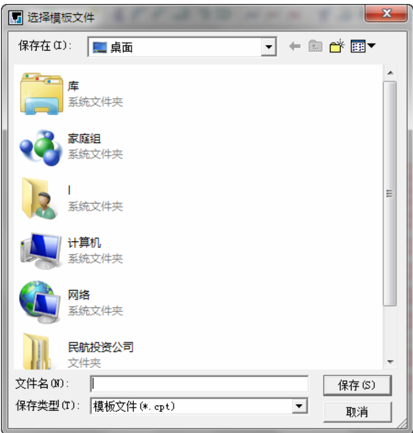


图 7-117 “选择模板文件”对话框

2．应用模板

用于将已经成熟或定型的加工流程应用到加工中。

选择下拉菜单“加工”→“知识加工”→“应用模板”命令，弹出“选择模板文件”对话框，选择模板文件，单击“确定”按钮，系统读取文件数据并在轨迹树中生成相应的轨迹项。

7.3　多轴加工

随着现代制造业的快速发展，机械加工的效率要求越来越高、零件形状越来越复杂，多轴加工技术应用更加广泛。CAXA 制造工程师提供了多轴加工功能。

7.3.1　四轴柱面曲线加工

四轴柱面曲线加工就是根据给定的曲线，生成四轴加工轨迹，如图 7-118 所示。多用于回转体上加工槽。铣刀刀轴的方向始终垂直于第四轴的旋转轴。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“四轴柱面曲线加工”，弹出如图 7-119 所示对话框。



图 7-118　四轴柱面曲线加工

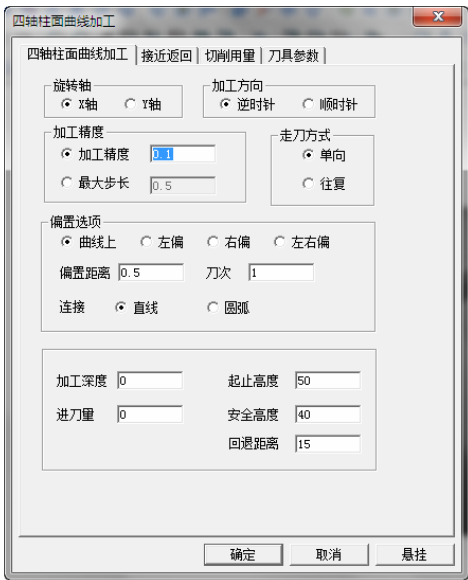


图 7-119　“四轴柱面曲线加工”对话框

（1）旋转轴

- 【X 轴】：机床的第四轴绕 X 轴旋转，生成加工代码时角度地址为 A。
- 【Y 轴】：机床的第四轴绕 Y 轴旋转，生成加工代码时角度地址为 B。

（2）加工方向　生成四轴加工轨迹时，下刀点与拾取曲线的位置有关，在曲线的哪一端拾取，就会在曲线的哪一端点下刀。生成轨迹后如想改变下刀点，则可以不用重新生成轨迹，

而只需双击轨迹树中的加工参数，在加工方向中的 " 顺时针 " 和 " 逆时针 " 二项之间进行切换即可改变下刀点。

（3）加工精度

- 【加工精度】：输入模型的加工精度。计算模型轨迹的误差小于此值。加工误差越大，模型形状的误差也增大，模型表面越粗糙。加工精度越小，模型形状的误差也减小，模型表面越光滑，但是，轨迹段的数目增多，轨迹数据量变大，如图 7-120 所示。

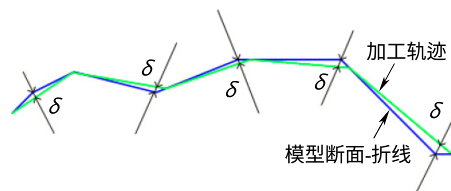
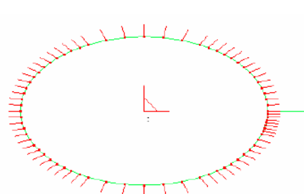


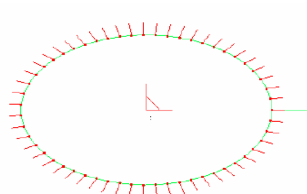
图 7-120　加工精度

- 【最大步长】：生成加工轨迹的刀位点沿曲线按弧长均匀分布。当曲线的曲率变化较大时，不能保证每一点的加工误差都相同。

两种方式生成的四轴加工轨迹如图 7-121 所示。



a）加工误差方式控制加工精度



b）加工步长方式控制加工精度

图 7-121　加工精度

（4）走刀方式（图 7-122）

- 【单向】：当刀次大于 1 时，同一层的刀迹轨迹沿着同一方向进行加工，这时，层间轨迹会自动以抬刀方式连接。精加工时为了保证槽宽和加工表面质量多采用此方式。
- 【往复】：当刀具轨迹层数大于 1 时，各层之间的刀具轨迹方向可以往复进行加工。刀具到达加工终点后，不是快速退刀而是与下一层轨迹的最近点之间走一个行间进给，继续沿着与原加工方向相反的方向进行加工。加工时为了减少抬刀、提高加工效率多采用此种方式。

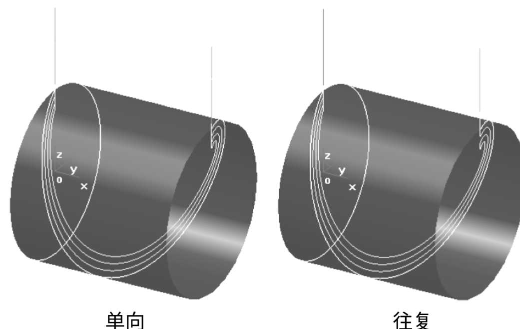


图 7-122　走刀方式

（5）偏置选项　用四轴曲线方式加工槽时，有时也需要像在平面上加工槽那样，对槽宽做一些调整，以达到图纸所要求的尺寸，这样可通过偏置选项来达到目的。偏置设置如图 7-123 所示。

- 【曲线上】：铣刀的中心沿曲线加工，不进行偏置。
- 【左偏】：向被加工曲线的左边进行偏置。左方向的判断方法与 G41 相同，即刀具加工方向的左边。
- 【右偏】：向被加工曲线的右边进行偏置。右方向的判断方法与 G42 相同，即刀具加工方向的右边。
- 【左右偏】：向被加工曲线的左边和右边同时进行偏置。

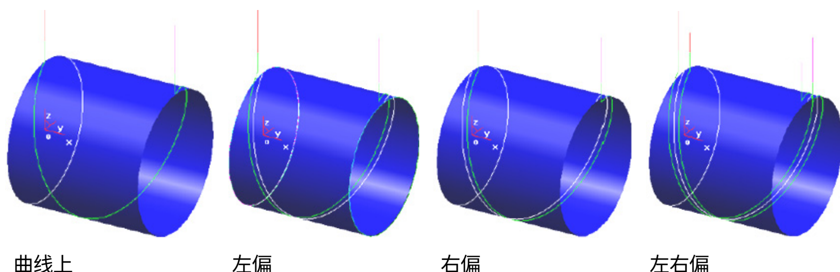


图 7-123　偏置设置

- 【偏置距离】：用于设置偏置的距离。
- 【刀次】：当需要进行多刀加工时，在这里给定刀次。给定刀次后总偏置距离=偏置距离×刀次。
- 【连接】：当刀具轨迹进行左右偏置，并且用往复方式加工时，加工轨迹之间的连接提供了两种方式：直线和圆弧，如图 7-124 所示。

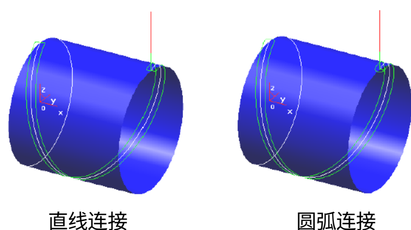


图 7-124　连接

（6）加工深度　从曲线当前所在的位置向下要加工的深度。

（7）进刀量　为了达到给定的加工深度，需要在深度方向多次进刀时的每刀进给量。

（8）起止高度　刀具初始位置。起止高度通常大于或等于安全高度。

（9）安全高度　刀具在此高度以上任何位置，均不会碰伤工件和夹具。

（10）下刀相对高度　在切入或切削开始前的一段刀位轨迹的长度，这段轨迹以慢速下刀速度垂直向下进给。

7.3.2　四轴平切面加工

用一组垂直于旋转轴的平面与被加工曲面的等距面求交而生成四轴加工轨迹的方法叫做四轴平切面加工，如图 7-125 所示。多用于加工旋转体及上面的复杂曲面，铣刀刀轴的方向始终垂直于第四轴的旋转轴。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“四轴平切面加工”，弹出如图 7-126 所示对话框。



图 7-125　四轴平切面加工

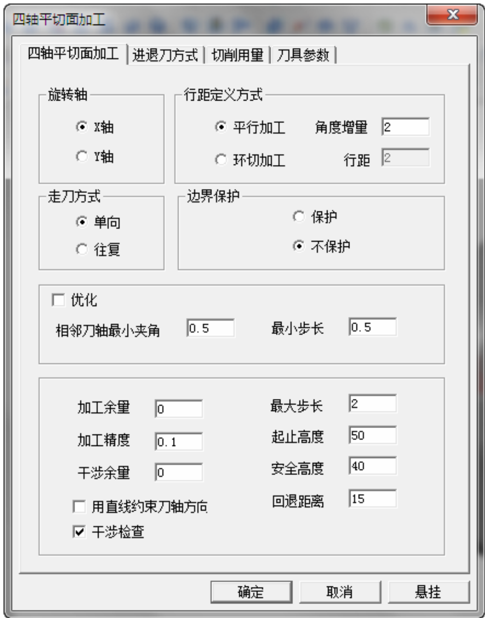


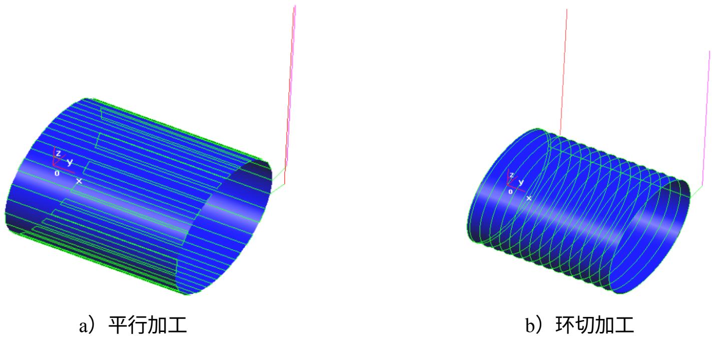
图 7-126　“ 四轴平切面加工 ” 对话框

（1）旋转轴

- 【X 轴】：机床的第四轴绕 X 轴旋转，生成加工代码时角度地址为 A。
- 【Y 轴】：机床的第四轴绕 Y 轴旋转，生成加工代码时角度地址为 B。

（2）行距定义方式

- 【平行加工】：用平行于旋转轴的方向生成加工轨迹，其中 “ 角度增量 ” 是用角度的增量来定义平行加工时二平行轨迹之间的距离，如图 7-127a 所示。
- 【环切加工】：用环绕旋转轴的方向生成加工轨迹，其中 “ 行距 ” 用于定义环切加工时二环切轨迹之间的距离，如图 7-127b 所示。



a）平行加工　　b）环切加工

图 7-127　行距定义方式

（3）走刀方式

- 【单向】：当刀次大于 1 时，同一层的刀迹轨迹沿着同一方向进行加工，这时，层间轨迹会自动以抬刀方式连接。精加工时为了保证加工表面质量多采用此方式。
- 【往复】：当刀具轨迹层数大于 1 时，行之间的刀迹轨迹方向可以往复。刀具到达加

工终点后，不快速退刀而是与下一行轨迹的最近点之间走一个行间进给，继续沿着原加工方向相反的方向进行加工方式。加工时为了减少抬刀、提高加工效率多采用此种方式。

（4）边界保护

- 【保护】：在边界处生成保护边界的轨迹，如图 7-128 所示。
- 【不保护】：到边界处停止，不生成轨迹，如图 7-129 所示。

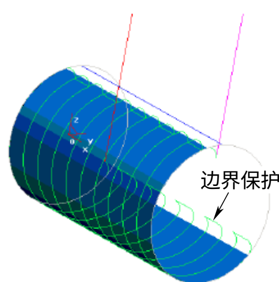


图 7-128　边界保护轨迹

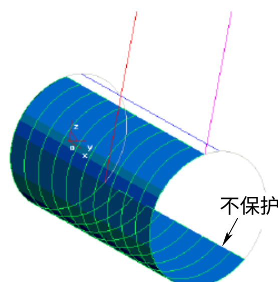
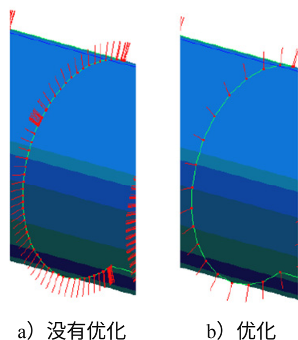


图 7-129　边界不保护轨迹

（5）优化

- 【最小刀轴转角】：刀轴转角指相邻两个刀轴间的夹角。最小刀轴转角限制的是两个相邻刀位点之间刀轴转角必须大于此数值，如果小了，就会忽略掉，如图 7-130 所示，a 图为没有添加此限制，b 图添加了此限制，且最小刀轴转角为 10。
- 【最小刀具步长】：指的是相邻两个刀位点之间的直线距离必须大于此数值，若小于此数值，可忽略不要。

（6）加工余量　相对模型表面的残留高度，如图 7-131 所示。



a）没有优化　　b）优化

图 7-130　轨迹优化

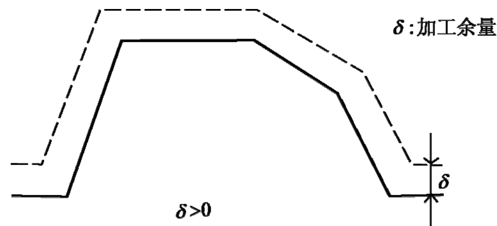
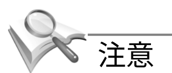


图 7-131　加工余量

（7）干涉余量　干涉面处的加工余量。



有关其他参数含义具体参照上节“四轴柱面曲线加工”中的相关介绍。

7.3.3 叶轮粗加工

由于叶轮加工比较特殊，也比较常见，因此在 CAXA 制造工程师 2011 中有独立的加工方法。叶轮粗加工就是对叶轮相邻两叶片之间的余量进行粗加工，如图 7-132 所示。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“叶轮粗加工”命令，弹出如图 7-133 所示对话框。

（1）叶轮装卡方位

- 【X 轴正向】：叶轮轴线平行于 X 轴，从底面指向顶面同 X 轴正向同向的安装方式。
- 【Y 轴正向】：叶轮轴线平行于 Y 轴，从底面指向顶面同 Y 轴正向同向的安装方式。
- 【Z 轴正向】：叶轮轴线平行于 Z 轴，从底面指向顶面同 Z 轴正向同向的安装方式。

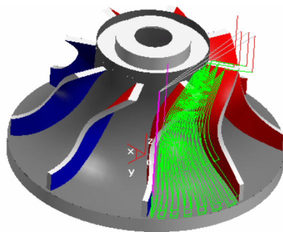


图 7-132 叶轮粗加工



图 7-133 “叶轮粗加工”对话框

（2）走刀方式

- 【横切】：在两叶片之间，刀具沿圆心在叶轮轴上的圆周上做走刀进给运动。
- 【纵切】：在两叶片之间，刀具顺着叶轮槽的方向做向上或向下的走刀进给运动。

（3）走刀方向

- 【从上向下】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具由叶轮顶面切入，从叶轮底面切出，单向走刀。
- 【从下向上】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具由叶轮底面切入，从叶轮顶面切出，单向走刀。
- 【从左向右】：在“走刀方式”为横切的情况下，刀具在圆周上由左向右单向走刀。
- 【从右向左】：在“走刀方式”为横切的情况下，刀具在圆周上由右向左单向走刀。
- 【往复】：在以上四种情况下，一次走刀完后，不抬刀而是切削移动到下一行，反向

走刀完成下一行的切削加工。

（4）进给方向

- 【从上向下】：在“走刀方式”为横切的情况下，刀具的行间进给方向是从上向下。
- 【从下向上】：在“走刀方式”为横切的情况下，刀具的行间进给方向是从下向上。
- 【从左向右】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具的行间进给方向是从左向右。
- 【从右向左】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具的行间进给方向是从右向左。
- 【从两边向中间】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具的行间进给方向是从两边向中间。
- 【从中间向两边】：在“走刀方式”为纵切的情况下，刀具的行间进给方向是从中间向两边。

（5）扇区内工作顺序：指扇区粗加工去除材料时的顺序

- 【层优先】：先去除上层所有行的材料再去除下层所有材料。
- 【深度优先】：先去除一行下所有层的材料，再进给到下一行，去除下一行所有层的材料。

（6）延长

- 【底面上部延长量】：当刀具从叶轮上底面切入或切出时，为确保刀具不与工件发生碰撞，将刀具的走刀或进给行程向上延长一段距离，以使刀具能够完全离开叶轮上底面。
- 【底面下部延长量】：当刀具从叶轮下底面切入或切出时，为确保刀具不与工件发生碰撞，将刀具的走刀或进给行程向下延长一段距离，以使刀具能够完全离开叶轮下底面。

（7）步长和行距

- 【最大步长】：刀具走刀的最大步长，大于“最大步长”的走刀步将被分成两步。
- 【最小步长】：刀具走刀的最小步长，小于“最小步长”的走刀步将被合并。
- 【最大行距】：走刀行间的最大距离。“纵切”方式时，以半径最大处行距为计算行距。
- 【最小行距】：走刀行间的最小距离。“纵切”方式时，以半径最大处行距为计算行距。
- 【每层下降高度】：在叶轮旋转面上刀触点的法线方向上的层间距离。

（8）加工余量和精度

- 【叶轮底面加工余量】：粗加工结束后，叶轮底面（即旋转面）上留下的材料厚度。也就是下道精加工工序的加工工作量。
- 【叶轮底面加工精度】：加工精度越大，叶轮底面模型形状的误差也增大，模型表面越粗糙。加工精度越小，模型形状的误差也减小，模型表面越光滑，但是，轨迹段的数目增多，轨迹数据量变大。
- 【叶面加工余量】：叶轮槽的左右两个叶片面上留下的下道工序的加工材料厚度。

7.3.4 叶轮精加工

叶轮精加工就是对叶轮每个单一叶片的两侧和底面进行精加工，如图 7-134 所示。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“叶轮精加工”命令，弹出如图 7-135 所示对话框。

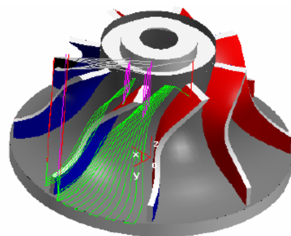


图 7-134　叶轮精加工

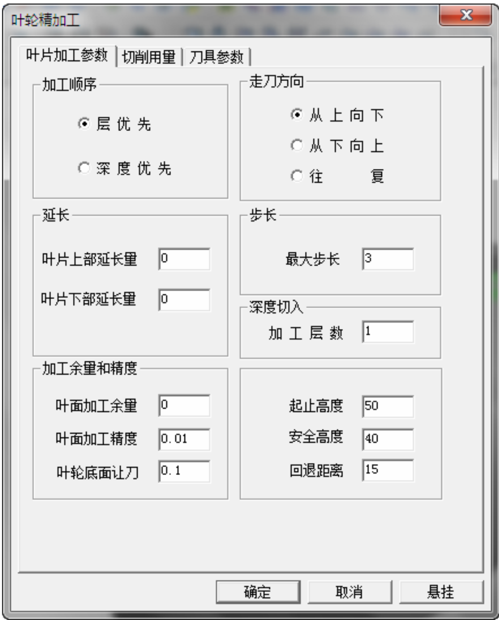


图 7-135　“叶轮精加工”对话框

走刀方向包括以下选项：

- 【从上向下】：刀具由叶轮顶面切入，从叶轮底面切出，单向走刀，这里包括叶片和叶轮底面的加工。
- 【从下向上】：刀具由叶轮底面切入，从叶轮顶面切出，单向走刀，这里包括叶片和叶轮底面的加工。
- 【往复】：在以上情况下，一行走刀完后，不抬刀而是切削移动到下一行，反向走刀，包括叶片和叶轮底面的加工。

7.3.5　五轴 G01 钻孔

五轴 G01 钻孔就是按曲面的法矢或给定的直线方向用 G01 直线插补的方式进行空间任意方向的五轴钻孔。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴 G01 钻孔”命令，弹出如图 7-136 所示对话框。

（1）安全高度（绝对）　系统认为刀具

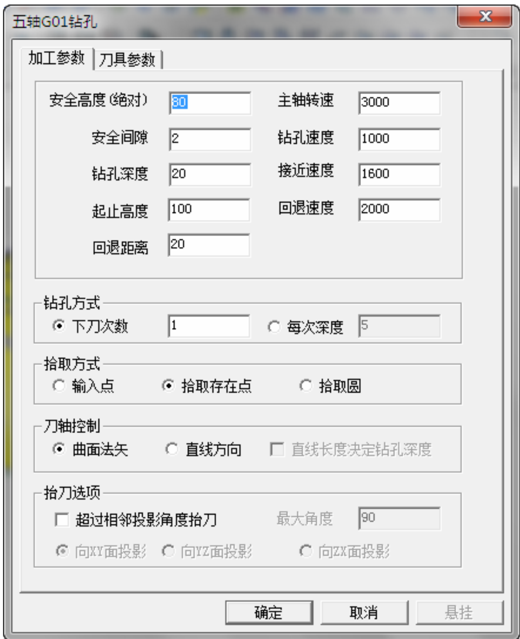


图 7-136　“五轴 G01 钻孔”对话框

在此高度以上任何位置，均不会碰伤工件和夹具，所以应该把此高度设置高一些。

（2）主轴转速　机床主轴的转速。

（3）安全间隙　钻孔时，钻头快速下刀到达的位置，即距离工件表面的距离，由这一点开始按钻孔速度进行钻孔。

（4）钻孔深度　孔的加工深度。

（5）回退最大距离　每次回退到钻孔方向上高出钻孔点的最大距离。

（6）钻孔方式

- 【下刀次数】：当孔较深使用啄式钻孔时以下刀的次数完成所要求的孔深。
- 【每次深度】：当孔较深使用啄式钻孔时以每次钻孔深度完成所要求的孔深。

（7）钻孔速度　钻孔时刀具的切削进给速度。

（8）拾取方式

- 【输入点】：可以输入数值和任何可以捕捉到的点来确定孔位。
- 【拾取存在点】：拾取用做点工具生成的点来确定孔位。
- 【拾取圆】：拾取圆来确定孔位。

（9）刀轴控制

- 【曲面法矢】：以钻孔点所在曲面上的法线方向确定钻孔方向。
- 【直线方向】：以孔的轴线方向确定钻孔方向。

7.3.6　五轴侧铣

五轴侧铣就是用两条线来确定所要加工的面，并且可以利用铣刀的侧刃来进行加工。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴侧铣”命令，弹出如图 7-137 所示对话框。

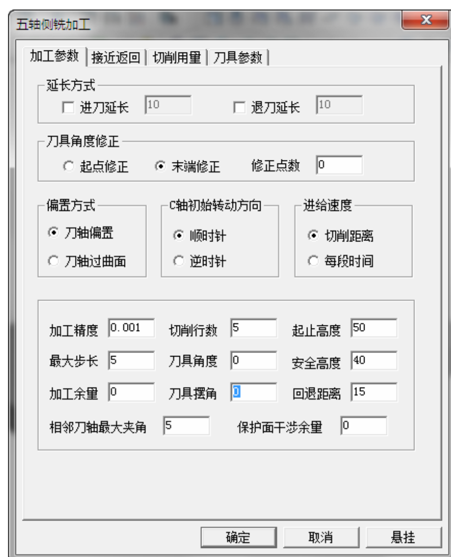


图 7-137　“五轴侧铣加工”对话框

（1）偏置方式

- 【刀轴偏置】：加工时刀轴向曲面外偏置。
- 【刀轴过曲面】：加工时刀轴不向曲面外偏置，刀轴通过曲面。

（2）切削行数　用此值确定加工轨迹的行数。

（3）刀具角度　当刀具为锥形铣刀时，在这里输入锥刀的角度，支持用锥刀进行五轴侧铣加工。

（4）最大步长　在满足加工误差的情况下，为了使曲率变化较小的部分不至于生成的刀位点过少，用这一项参数来增加刀位，使相邻两刀位点之间的距离不大于此值。

（5）加工余量　相对模型表面的残留高度。

（6）刀具摆角　在刀位点上已有刀轴矢量基础上沿着轨迹加工方向可增加的刀具摆动角度。

（7）相邻刀轴最大夹角　生成五轴侧铣轨迹时，相邻两刀位点之间的刀轴矢量夹角不大于此值，否则将在两刀位之间插值新的刀位，用以避免两相邻刀位点之间的角度变化过大。

（8）保护面干涉余量　对于保护面所留的余量。

7.3.7　五轴参数线

五轴参数线加工就是用曲面参数线的方式来建立五轴加工轨迹，每一点的刀轴方向为曲面的法向，并可根据加工的需要增加刀具倾角。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴参数线”命令，弹出如图 7-138 所示对话框。

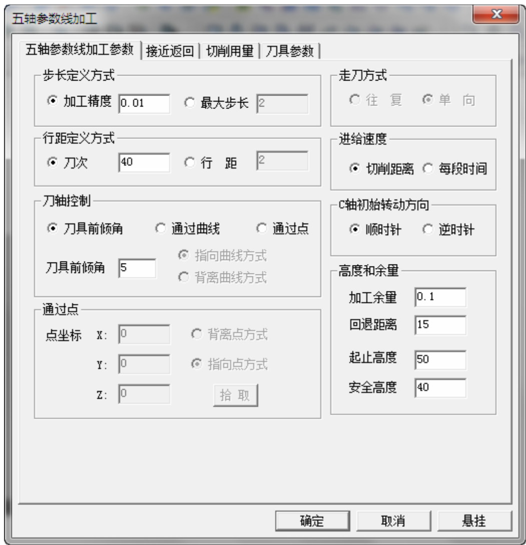


图 7-138 “五轴参数线加工”对话框

（1）行距定义方式

- 【刀次】：以给定加工的次数来确定走刀的次数。
- 【行距】：以给定行距来确定轨迹行间的距离。

（2）刀轴控制

- 【刀具前倾角】：刀具轴向加工前进方向倾斜的角度。
- 【通过曲线】：刀轴通过选定直线，可选择“指向曲线方式”或“背离曲线方式”。
- 【通过点】：刀轴始终通过一点，可在“通过点”选项中输入点的坐标，并选择“背离点方式”或“指向点方式”。

7.3.8　五轴曲线加工

五轴曲线加工就是用五轴的方式加工空间曲线，刀轴的方向自动由被拾取曲面的法向控制。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴曲线加工”命令，弹出如图 7-139 所示对话框。

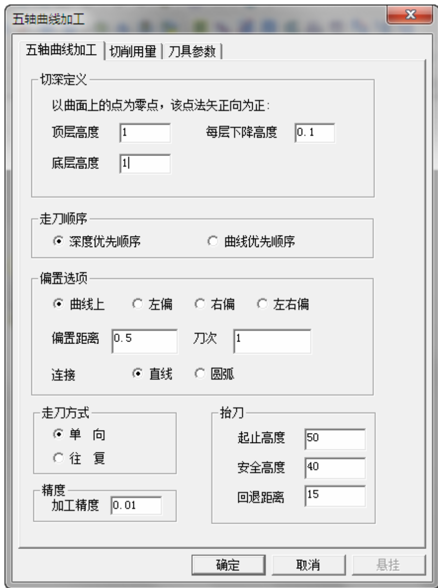


图 7-139 “五轴曲线加工”对话框

（1）切深定义

- 【顶层高度】：加工时第一刀能切削到的高度值。
- 【底层高度】：加工时最后一刀能切削到的高度值。
- 【每层下降高度】：单层下降的高度，也可以称之为层高。此三个值决定切削的刀次。

（2）走刀顺序

- 【深度优先顺序】：先按深度方向加工，再加工平面方向。
- 【曲线优先顺序】：先按曲线顺序加工，加工完这一层后再加工下一层，即深度方向。

（3）走刀方式

- 【单向】：沿曲线加工完后抬刀回到起始下刀切削处，再次加工。
- 【往复】：加工完后不抬刀，直接进行下次加工。

7.3.9　五轴曲面区域加工

生成曲面的五轴精加工轨迹，刀轴的方向由导向曲面控制。导向曲面只支持一张曲面的情况。刀具目前只支持球头刀。

选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴曲面区域加工”命令，弹出如图 7-140 所示对话框。

（1）走刀方式

- 【平行加工】：以任意角度方向生成平行线方式的加工轨迹。
  - 【单向】：生成单方向的加工轨迹。快速退刀后，返回下一条加工轨迹的起点进行单一方向的加工。
  - 【往复】：生成往复的加工轨迹。每一条轨迹加工到终点后不抬刀，继续走到下一条轨迹的终点，向相反的方向进行加工。
  - 【角度】：设定平行加工的轨迹相对于 X 轴角度。
- 【环切加工】：生成环切加工轨迹。
  - 【从里向外】：环切加工轨迹由里向外加工。
  - 【从外向里】：环切加工轨迹由外向里加工。

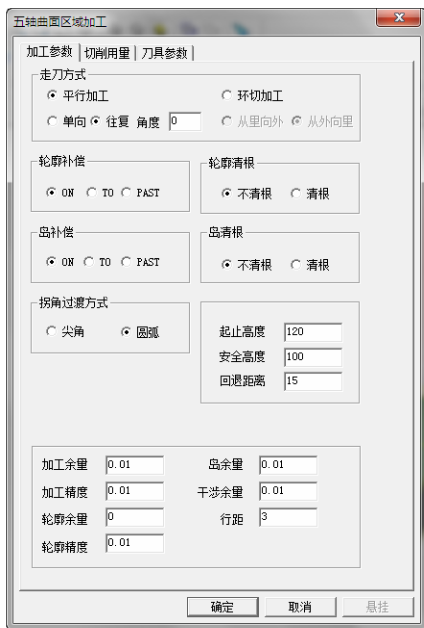


图 7-140 “五轴曲面区域加工”对话框

（2）轮廓补偿

- 【ON】：刀心线与轮廓重合。
- 【TO】：刀心线未到轮廓一个刀具半径。
- 【PAST】：刀心线超过轮廓一个刀具半径。

（3）轮廓清根

- 【清根】：进行轮廓清根加工。
- 【不清根】：不进行轮廓清根加工。

（4）岛补偿

- 【ON】：刀心线与轮廓重合。

- 【TO】：刀心线未到轮廓一个刀具半径。
- 【PAST】：刀心线超过轮廓一个刀具半径。

（5）岛清根

- 【清根】：进行轮廓清根加工。
- 【不清根】：不进行轮廓清根加工。

（6）拐角过渡方式

- 【尖角】：刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以两条边延长后相交的方式连接。
- 【圆弧】：刀具从轮廓的一边到另一边的过程中，以圆弧的方式过渡。

第 8 章　CAXA 制造工程师仿真实例

本章讲解 CAXA 制造工程师在实际产品加工中的具体应用，主要包括平面类零件，型腔类零件，钻孔类零件，三轴、四轴和五轴加工零件等。

8.1　零件平面铣削加工仿真实例

8.1.1　零件 CAD 造型

如图 8-1 所示的平面零件，毛坯尺寸为 90mm×90mm×20mm 的长方体材料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

平面类零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．绘制图形

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮，选取“圆心_半径”画圆方式，输入圆心为（0，−20），半径为 20mm，结果如图 8-2 所示。

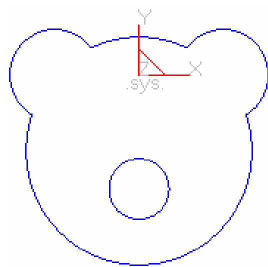


图 8-1　平面零件

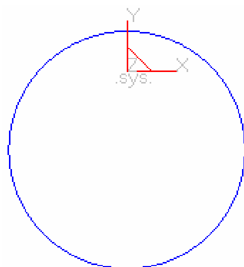


图 8-2　绘制圆

2）选择下拉菜单“绘图”→“直线”命令，或者单击“绘图工具”工具栏上的“直线”按钮，设置立即菜单选项为“连续”和“正交”，输入坐标（−40，0）、（40，0）绘制直线，如图 8-3 所示。

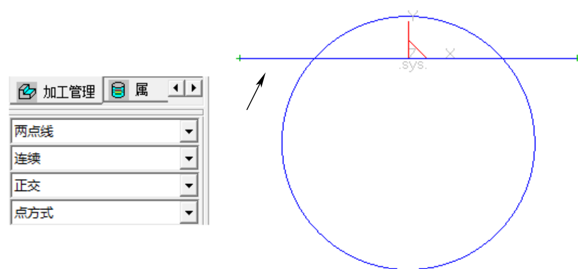


图 8-3　绘制直线

3）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成”工具栏上的“圆”按钮，选取“圆心_半径”画圆方式，按空格键，弹出“点工具”菜单，选择“交点”方式，捕捉图 8-4 所示的交点，绘制两个半径为 12mm 的圆。

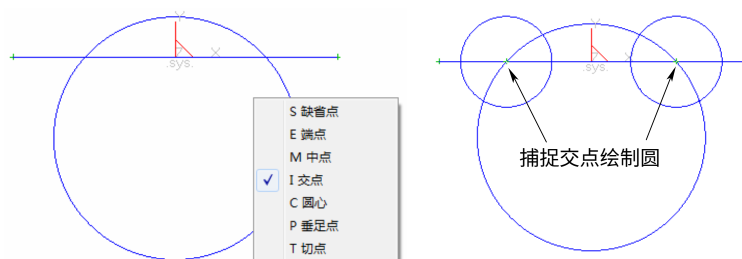


图 8-4　绘制圆

4）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成”工具栏上的“圆”按钮，选取“圆心_半径”画圆方式，输入坐标（0，−30）作为圆心，绘制半径为 8mm 的圆，如图 8-5 所示。

3．编辑图形

1）删除上一步所绘制的直线。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线裁剪”命令，或者单击“线面编辑”工具栏上的“曲线裁剪”按钮，在立即菜单中选择快速裁剪和正常裁剪，拾取被裁剪线（选取被裁掉的段），快速裁剪完成，如图 8-6 所示。

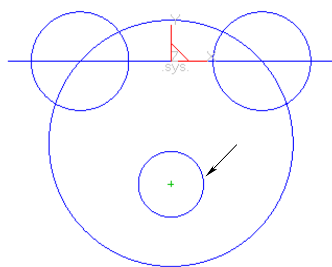


图 8-5　绘制圆

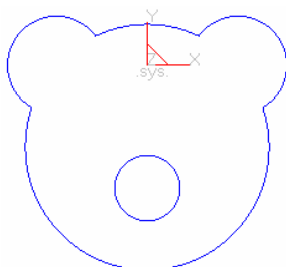


图 8-6　修剪图元

8.1.2　零件 CAM 仿真加工

1．设置加工工件

1）双击“加工管理”中的“毛坯”图标，系统弹出“定义毛坯-世界坐标系（.sys.）”对话框，如图 8-7 所示。

2）设置毛坯形状为立方体，选中“两点方式”，输入其他相关参数，如图 8-7 所示，勾选“显示毛坯”按钮，将在显示窗口中以线框形式显示毛坯，单击对话框中的“确定”按钮，完成加工工件设置，如图 8-8 所示。

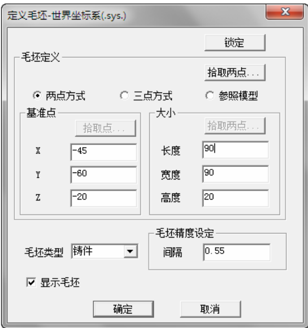


图 8-7　“定义毛坯”对话框

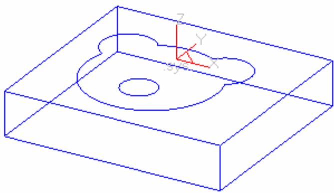


图 8-8　设置的工件

2．平面区域粗加工

1）选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“平面区域粗加工”命令，弹出“平面区域粗加工”对话框，单击“加工参数”选项卡，设置“走刀方式”为“环切加工”，“行距”为 3mm，其他参数数值如图 8-9 所示。

2）单击“清根参数”选项卡，设置“轮廓清根”和“岛清根”为“不清根”，其余参数如图 8-10 所示。

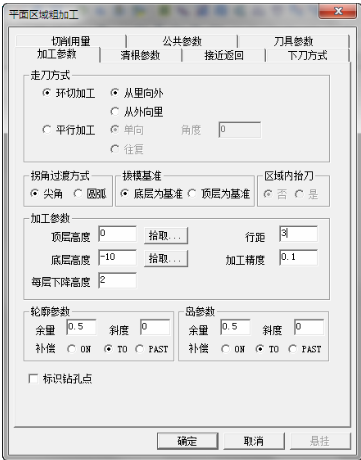


图 8-9　“加工参数”选项卡

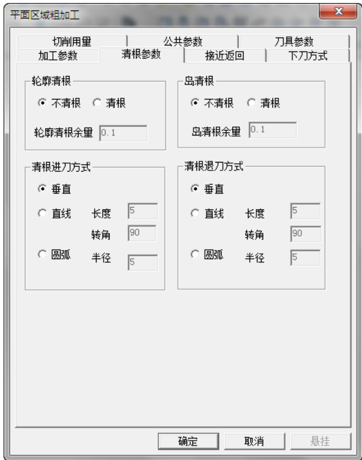


图 8-10　“清根参数”选项卡

3）单击“ 下刀方式 ”选项卡，设置“ 切入方式 ”为“ 螺旋 ”，其余参数如图 8-11 所示。

4）单击“ 切削用量 ”选项卡，设置“ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ”，具体参数数值如图 8-12 所示。



图 8-11 “ 下刀方式 ”选项卡

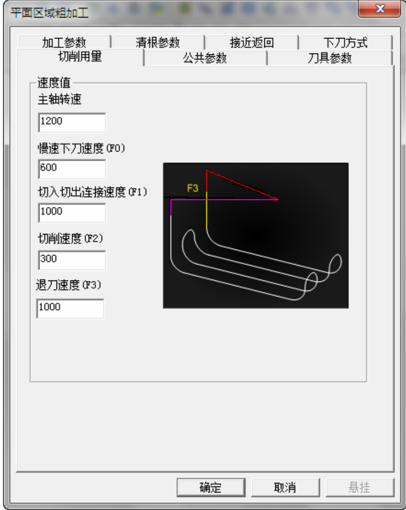


图 8-12 “ 切削用量 ”选项卡

5）单击“ 公共参数 ”选项卡，勾选“ 使用起始点 ”按钮，“ 起始点坐标 ”参数数值如图 8-13 所示。

6）单击“ 刀具参数 ”选项卡，增加刀具名 D6，刀具半径为 3mm，刀角半径为 0，如图 8-14 所示。

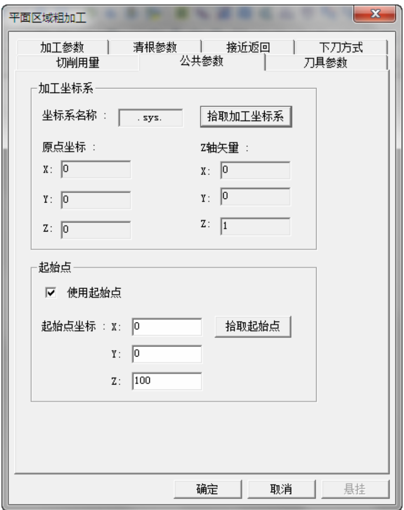


图 8-13 “ 公共参数 ”选项卡

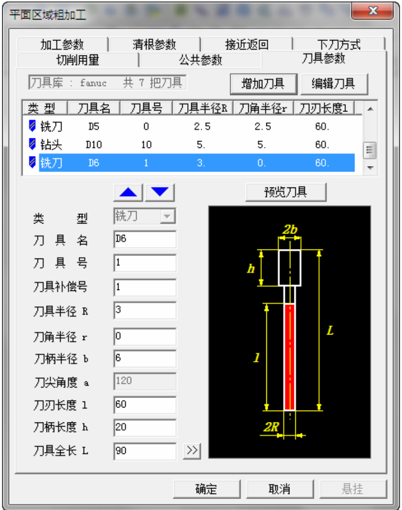


图 8-14 “ 刀具参数 ”选项卡

7）完成加工参数设置后，单击“ 确定 ”按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取轮廓 ”，

拾取图 8-15 所示的轮廓曲线，系统继续提示“ 拾取岛屿 ”，拾取图 8-15 所示的轮廓作为岛屿，单击鼠标右键结束拾取。

8）单击鼠标右键确认后系统开始计算，稍后生成图 8-16 所示轨迹。

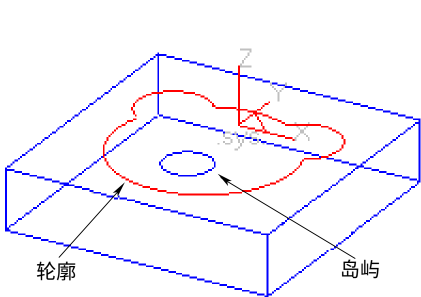


图 8-15　拾取的加工轮廓和岛屿

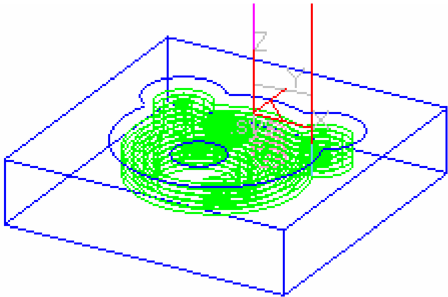


图 8-16　生成刀具轨迹

3．平面轮廓精加工

1）选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 精加工 ”→“ 平面轮廓精加工 ”命令，弹出“ 平面轮廓精加工 ”对话框，单击“ 加工参数 ”选项卡，设置“ 走刀方式 ”为“ 往复 ”，“ 行距 ”为 3mm，其他参数数值如图 8-17 所示。

2）单击“ 下刀方式 ”选项卡，在“ 切入方式 ”中选择“ 螺旋 ”，其他参数如图 8-18 所示。

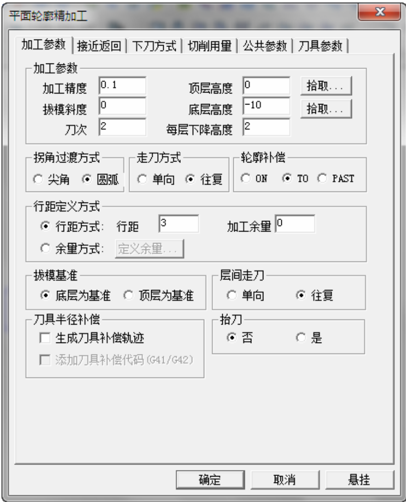


图 8-17　“ 加工参数 ”选项卡



图 8-18　“ 下刀方式 ”选项卡

3）单击“ 切削用量 ”选项卡，设置“ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ”，具体参数数值如图 8-19 所示。

4）单击“ 公共参数 ”选项卡，勾选“ 使用起始点 ”，具体“ 起始点坐标 ”参数数值如图 8-20 所示。

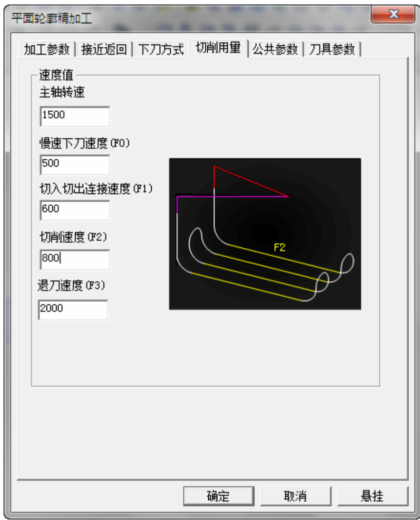


图 8-19 “ 切削用量 ” 选项卡

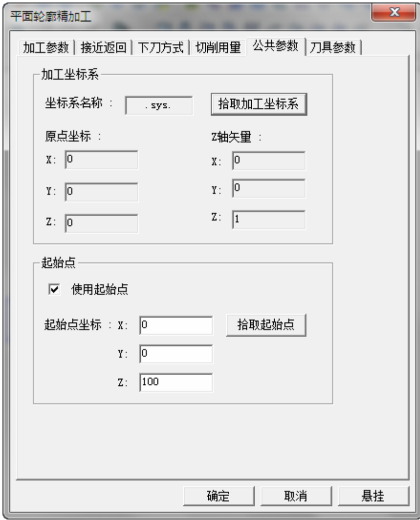


图 8-20 “ 公共参数 ” 选项卡

5）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，选择刀具名 D6，刀具半径为 3mm，刀角半径为 0，如图 8-21 所示。

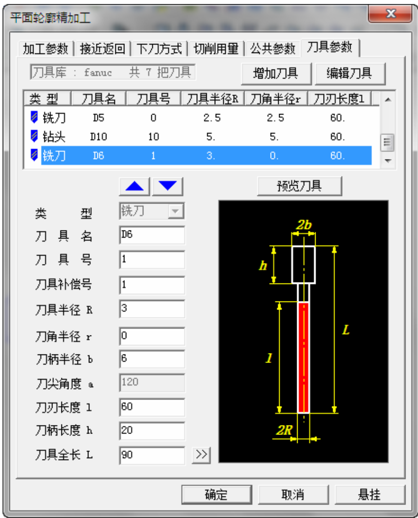


图 8-21 “ 刀具参数 ” 选项卡

6）完成加工参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取轮廓和加工方向 ”，拾取图 8-22 所示的轮廓曲线和方向。

7）系统提示拾取进刀点，拾取图 8-23 所示的进刀点，然后系统提示拾取退刀点，拾取图 8-23 所示的退刀点。

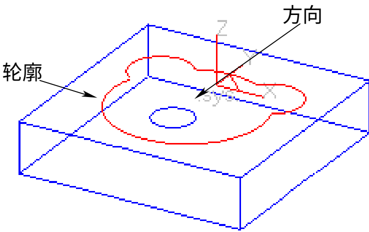


图 8-22 选择轮廓曲线和方向

8）确认后系统开始计算，稍后生成图 8-24 所示轨迹。

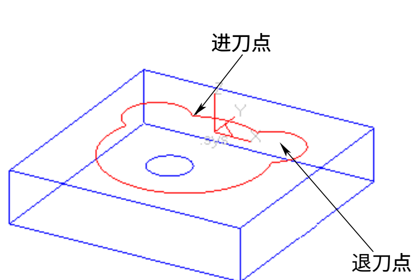


图 8-23　选择进刀点和退刀点

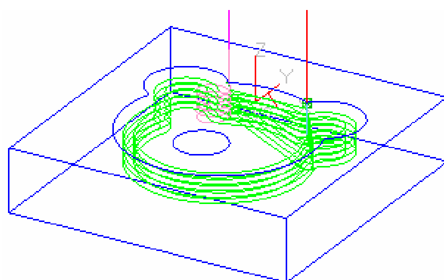


图 8-24　生成刀具轨迹

9）重复上述步骤，拾取图 8-25 所示的轮廓和方向、进刀点和退刀点，生成另一个岛屿的轨迹，如图 8-26 所示。

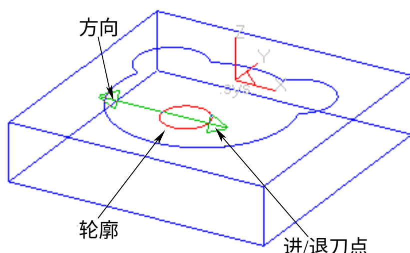


图 8-25　选择轮廓和方向、进刀点和退刀点

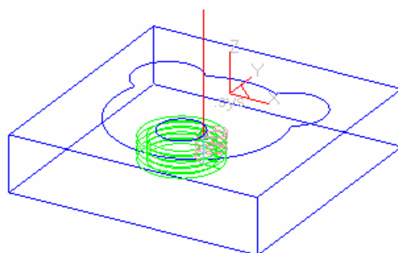


图 8-26　生成刀具轨迹

8.1.3　后置处理

1）选择“加工”→“后置处理”→“机床后置”命令，弹出“机床后置”对话框，在“当前机床”栏中选择“fanuc”，如图 8-27 所示。

2）选择“后置设置”选项卡，根据当前的机床设置各参数，如图 8-28 所示。

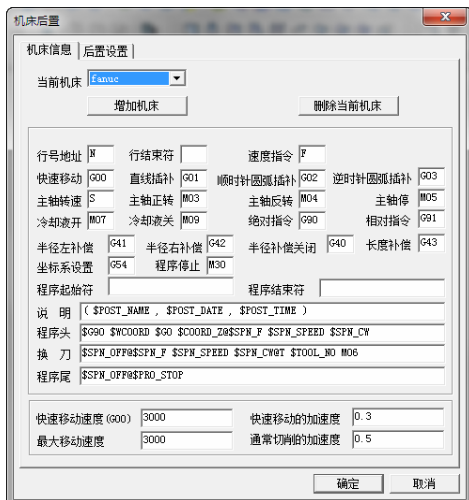


图 8-27　“机床后置”对话框

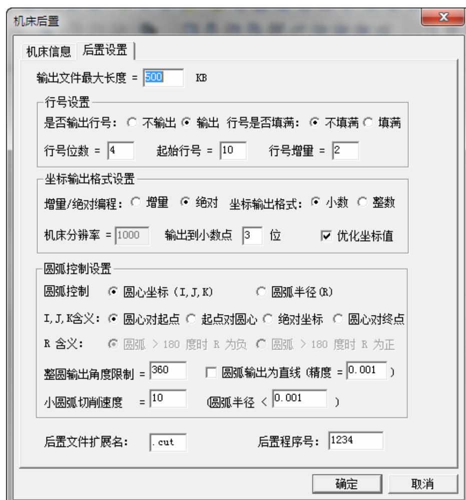


图 8-28　“后置设置”对话框

3）选择下拉菜单“加工”→“后置处理”→“生成 G 代码”命令，系统自动弹出“生成后置文件”对话框。根据自己的意愿选择存取后置文件（*.cut）的地址，并要求填写后置程序文件名，可对其进行编辑，如图 8-29 所示。

4）输入文件名后选择“保存”按钮，系统提示“拾取加工轨迹”，应按顺序依次拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。该程序是“记事本”文件，如图 8-30 所示。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件当中，生成的先后顺序与拾取的先后顺序相同。

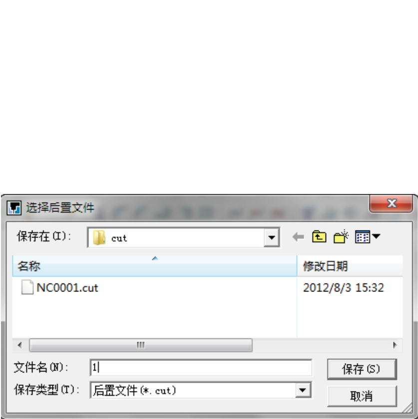


图 8-29　“选择后置文件”对话框

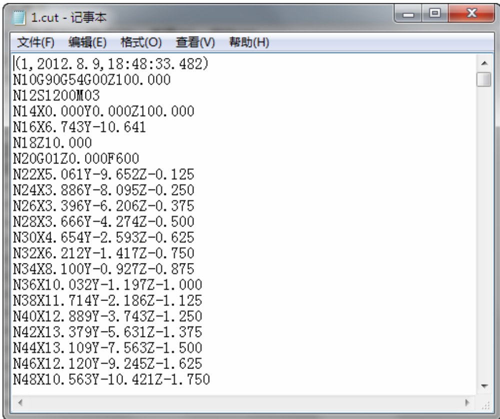


图 8-30　生成的数控代码

5）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，保存所创建的加工文件。

8.2　零件型腔铣削加工仿真实例

8.2.1　零件 CAD 造型

如图 8-31 所示的型腔零件，毛坯尺寸为 120mm×100mm×30mm 的长方体材料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

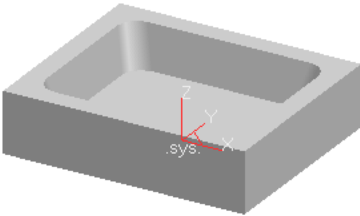


图 8-31　型腔零件

型腔零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．绘制矩形（一）

1）选择 XY 后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态，如图 8-32 所示。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“矩形”命令，或者单击“曲线生成”工具

栏上的“矩形”按钮▭，选取“中心_长_宽”方式，设置长度为 120mm、宽度为 100mm，选择原点为中心即可完成矩形绘制，如图 8-33 所示。

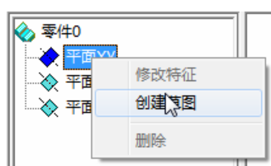


图 8-32　选择草图平面

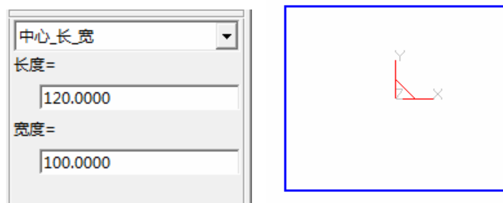
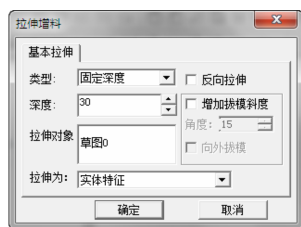


图 8-33　绘制矩形

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

3．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 30，拾取上一步创建的草图，单击“确定”完成操作，如图 8-34 所示。



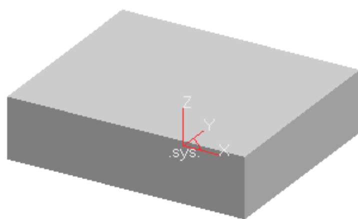


图 8-34　创建拉伸增料

4．绘制矩形（二）

1）在图形区选择图 8-35 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“矩形”命令，或者单击“曲线生成”工具栏上的“矩形”按钮▭，选取“中心_长_宽”方式，设置长度为 100mm、宽度为 80mm，选择原点为中心即可完成矩形绘制，如图 8-36 所示。

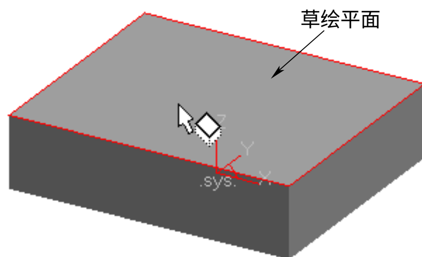
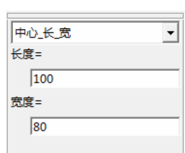


图 8-35　选择草绘平面



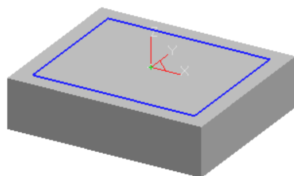


图 8-36　绘制矩形

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

5．创建拉伸除料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“拉伸”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸除料”按钮，弹出“拉伸除料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 20，拾取上一步创建的草图，单击“确定”完成操作，如图 8-37 所示。

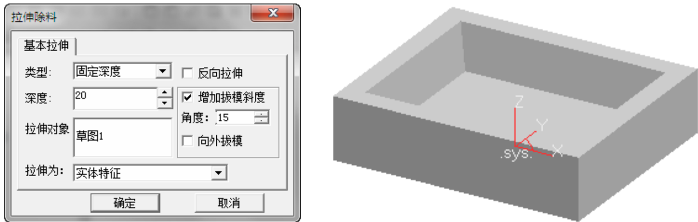


图 8-37 创建拉伸除料特征

6．创建圆角

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“过渡”命令，或者单击“特征生成”工具栏上的“过渡”按钮，弹出“过渡”对话框，填入半径 10mm，拾取图 8-38 所示的边线为过渡元素，单击“确定”完成操作，如图 8-38 所示。

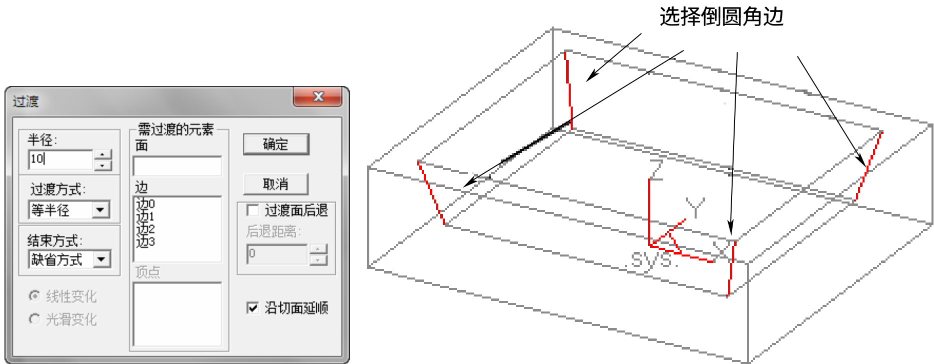


图 8-38 创建圆角

8.2.2 零件 CAM 仿真加工

1．设置加工工件

1）双击图 8-39 所示“加工管理”中的“毛坯”标识，系统弹出“定义毛坯-世界坐标系（.sys.）”对话框。

2）设置毛坯形状为立方体，选中“参照模型”，单击“参照模型”按钮，如图 8-40 所示。勾选“显示毛坯”，可在显示窗口中以线框形式显示毛坯，单击对话框中的“确定”按钮，完

成加工工件设置，如图 8-41 所示。



图 8-39　加工管理

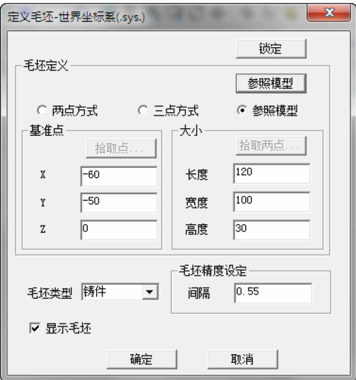


图 8-40　“ 定义毛坯 ” 对话框

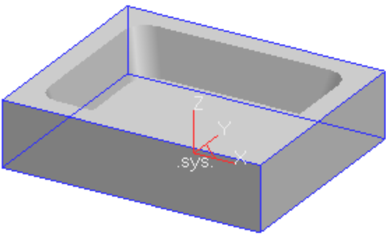


图 8-41　设置的工件

2．等高线粗加工

1）选择下拉菜单 “ 加工 ” → “ 粗加工 ” → “ 等高线粗加工 ” 命令，或者单击 “ 等高线粗加工 ” 按钮，弹出 “ 等高线粗加工 ” 对话框。单击 “ 加工参数 1 ” 选项卡，设置 “ 加工方向 ” 为 “ 顺铣 ”, “ Z 切入 ” 为 “ 层高 ”, “ XY 切入 ” 为 “ 行距 ”, “ 切削模式 ” 为 “ 环切 ”, “ 行间连接方式 ” 为 “ 圆弧 ”, “ 加工顺序 ” 为 “ XY 优先 ”。具体 “ 层高 ”“ 行距 ”“ 加工精度 ”“ 加工余量 ” 参数数值如图 8-42 所示。

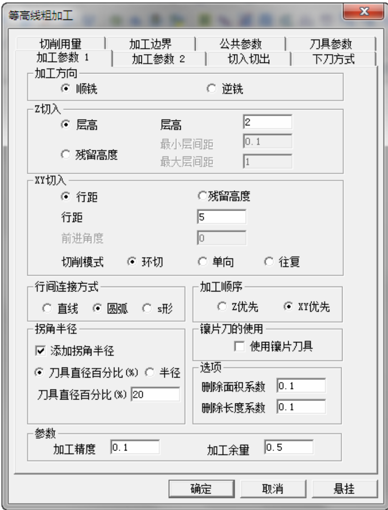


图 8-42　“ 加工参数 1 ” 选项卡

2）单击 “ 加工参数 2 ” 选项卡，设置 “ 区域切削类型 ” 为 “ 抬刀切削混合 ”，其余 “ 稀疏化加工 ” 和 “ 执行平坦部识别 ” 选系统默认，具体如图 8-43 所示。

3）单击 “ 切入切出 ” 选项卡，设置 “ 方式 ” 为 “ 螺旋 ”，具体参数设置如图 8-44 所示。

4）单击“ 下刀方式 ”选项卡，“ 安全高度 ”“ 慢速下刀距离 ”“ 退刀距离 ”参数数值如图 8-45 所示。

5）单击“ 切削用量 ”选项卡，设置“ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ”参数数值，如图 8-46 所示。



图 8-43 “ 加工参数 2 ”选项卡

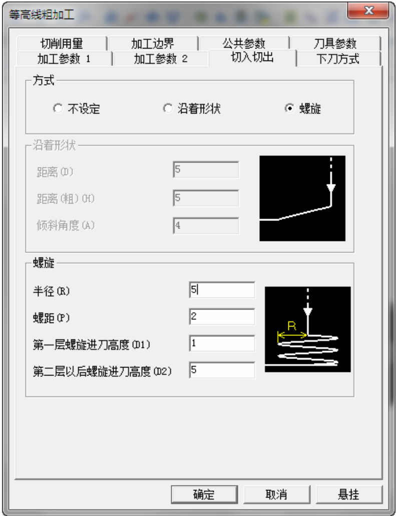


图 8-44 “ 切入切出 ”选项卡

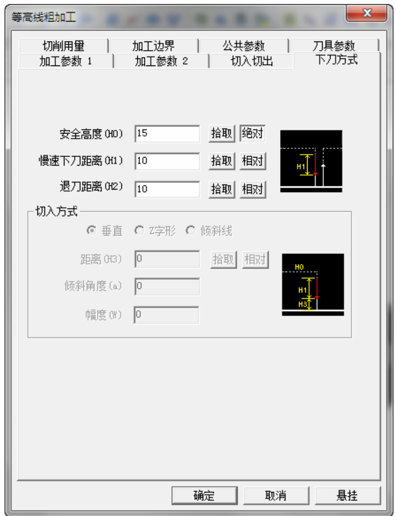


图 8-45 “ 下刀方式 ”选项卡

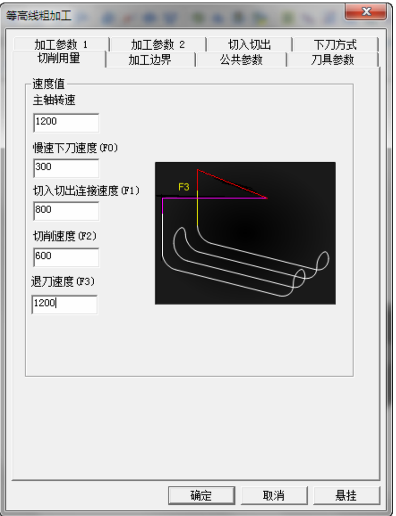


图 8-46 “ 切削用量 ”选项卡

6）单击“ 加工边界 ”选项卡，勾选“ 使用有效的 Z 范围 ”，设置“ 相对于边界的刀具位置 ”为“ 边界上 ”，具体“ 最大 ”“ 最小 ”参数数值如图 8-47 所示。

7）单击“ 公共参数 ”选项卡，勾选“ 使用起始点 ”，具体“ 起始点坐标 ”参数数值如图 8-48 所示。



图 8-47 “ 加工边界 ” 选项卡

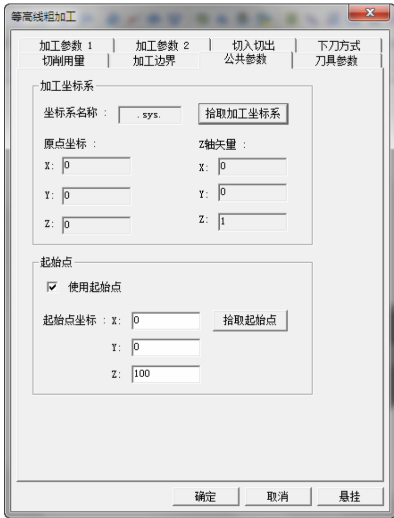


图 8-48 “ 公共参数 ” 选项卡

8）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，选择刀具名称为 “ D10 R2 ”，具体刀具参数数值如图 8-49 所示。

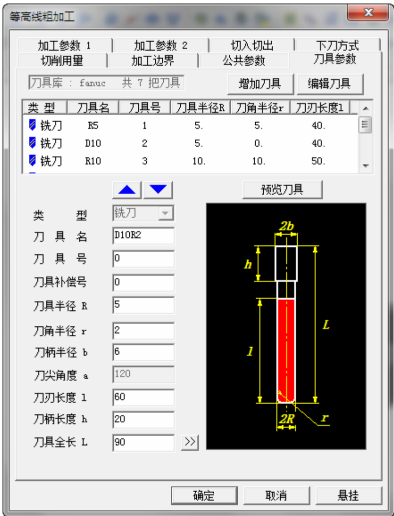


图 8-49 “ 刀具参数 ” 选项卡

9）完成刀具参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示 “ 拾取加工对象 ”，直接拾取所有实体，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示 “ 拾取加工边界 ”，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-50 所示。

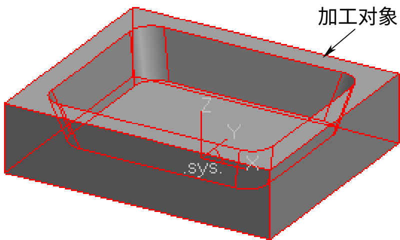


图 8-50 拾取的加工对象

10）单击鼠标右键确认后系统开始计算，稍后生成轨迹，如图 8-51 所示。

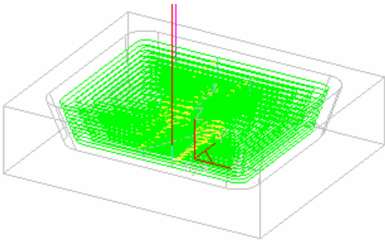


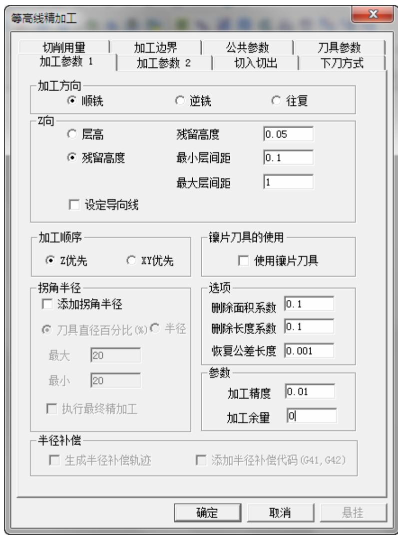
图 8-51　生成刀具轨迹

11）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

3．等高线精加工侧壁

1）选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“等高线精加工”命令，或者单击“等高线精加工”按钮，弹出“等高线精加工”对话框。单击“加工参数 1”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“Z 向”为“残留高度”，“加工顺序”为“Z 优先”，其余选为系统默认。具体“残留高度”“加工精度”“加工余量”参数数值如图 8-52 所示。

2）单击“加工参数 2”选项卡，设置“路径生成方式”为“不加工平坦部”，其余加工参数选系统默认，具体如图 8-53 所示。



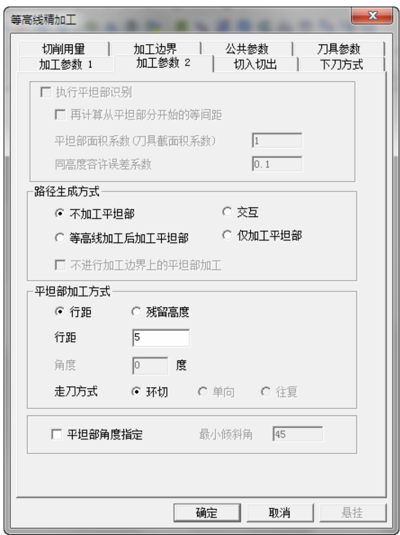


图 8-52　“加工参数 1”选项卡

图 8-53　“加工参数 2”选项卡

3）单击“切入切出”选项卡，设置“方式”为“XY 向”，“XY 向”为“圆弧”，“半径”“角度”参数数值如图 8-54 所示。

4）单击“下刀方式”选项卡，勾选“抬刀最优化”，设置“切入方式”为“垂直”。“安全距离”“慢速下刀距离”“退刀距离”“距离”参数数值如图 8-55 所示。

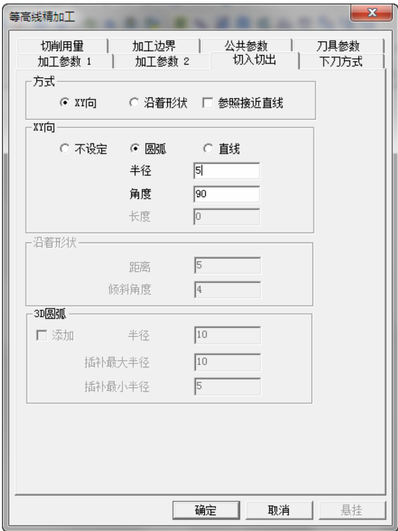


图 8-54　“ 切入切出 ” 选项卡

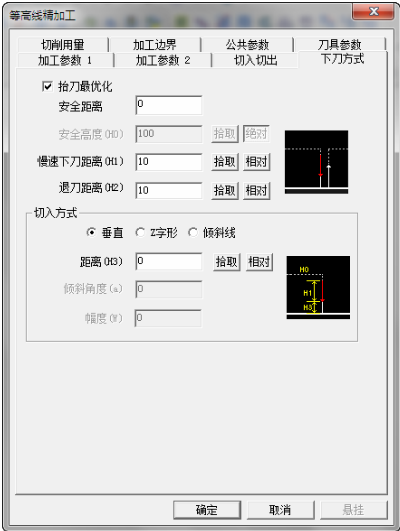


图 8-55　“ 下刀方式 ” 选项卡

5）单击 “ 切削用量 ” 选项卡，设置 “ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ” 参数数值，如图 8-56 所示。

6）单击 “ 加工边界 ” 选项卡，勾选 “ 使用有效的 Z 范围 ”，设置 “ 相对于边界的刀具位置 ” 为 “ 边界内侧 ”，具体 “ 最大 ”，“ 最小 ” 参数数值如图 8-57 所示。

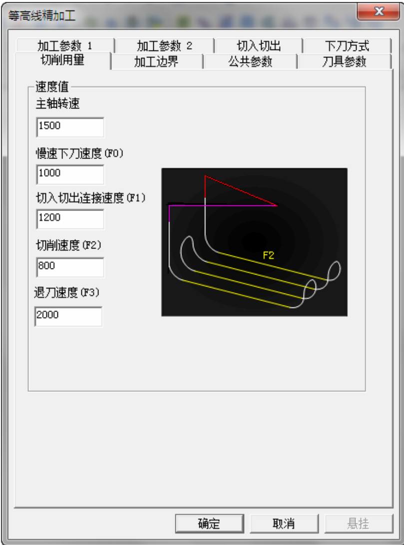


图 8-56　“ 切削用量 ” 选项卡



图 8-57　“ 加工边界 ” 选项卡

7）单击 “ 公共参数 ” 选项卡，勾选 “ 使用起始点 ”，具体参数数值按照系统默认设置即可。

8）单击 “ 刀具参数 ”选项卡，选择刀具名称为 “ R5 ”，具体 “ 刀具参数 ”数值如图 8-58 所示。

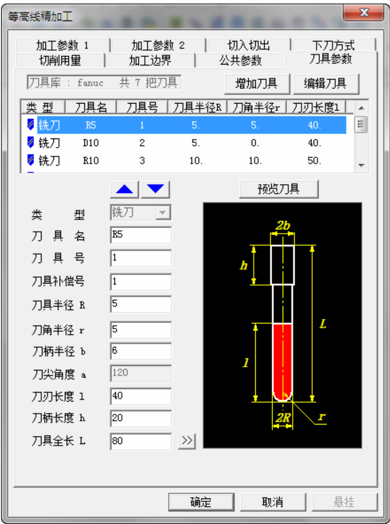


图 8-58 “ 刀具参数 ” 选项卡

9）完成加工参数设置后，单击“ 确定 ”按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取加工对象 ”，直接拾取所有实体，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-59 所示。

10）单击鼠标右键后系统继续提示 “ 拾取加工边界 ”，直接单击鼠标右键结束拾取。单击鼠标右键确认后系统开始计算，稍后生成轨迹，如图 8-60 所示。

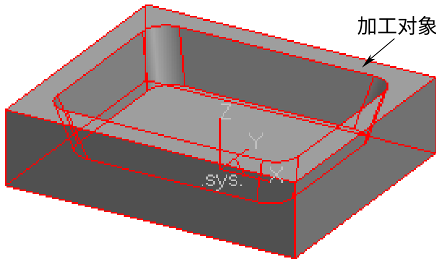


图 8-59 拾取的加工对象

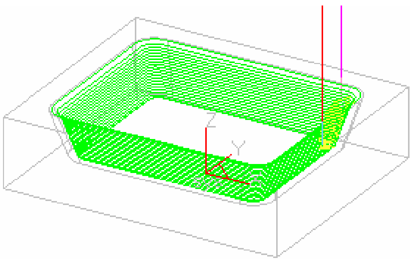


图 8-60 生成刀具轨迹

11）在 “ 加工管理 ” 树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选取 “ 隐藏 ” 命令，刀具轨迹就被隐藏了。

4．平面区域粗加工

1）选择下拉菜单 “ 曲线生成 ” → “ 相关线 ” → “ 实体边界 ” 命令，取零件模型棱边，得到加工辅助线如图 8-61 所示。

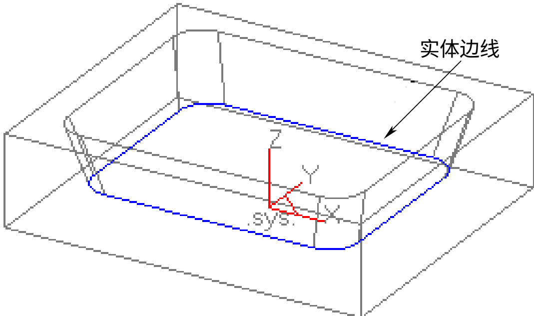


图 8-61 生成边界线

2）选择下拉菜单 “ 加工 ” → “ 粗加工 ” → “ 平面区域粗加工 ” 命令，弹出 “ 平面区域粗加工 ” 对话框，单击 “ 加工参数 ” 选项卡，设置 “ 走刀方式 ” 为 “ 环切加工 ”，“ 行距 ” 为 5mm，其他参数数值如图 8-62 所示。

3）单击 “ 清根参数 ” 选项卡，设置 “ 轮廓清根 ” 和 “ 岛清根 ” 为 “ 不清根 ”，其余参数如图 8-63 所示。

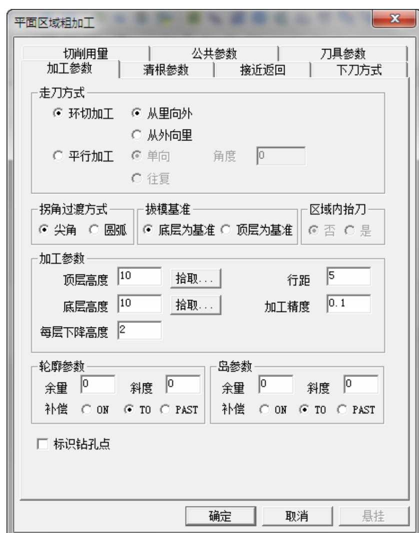




图 8-62 “ 加工参数 ” 选项卡　　　　图 8-63 “ 清根参数 ” 选项卡

4）单击 “ 下刀方式 ” 选项卡，设置 “ 切入方式 ” 为 “ 螺旋 ”，其余参数如图 8-64 所示。

5）单击 “ 切削用量 ” 选项卡，设置 “ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ” “ 切削速度 ”“ 退刀速度 ” 具体参数数值，如图 8-65 所示。



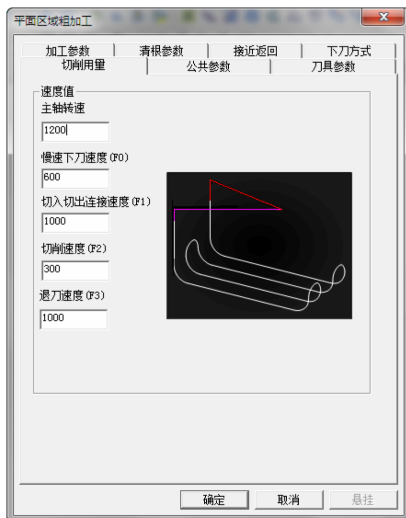


图 8-64 “ 下刀方式 ” 选项卡　　　　图 8-65 “ 切削用量 ” 选项卡

6）单击“公共参数”选项卡，勾选“使用起始点”，具体“起始点坐标”参数数值如图 8-66 所示。

7）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名为 D10，如图 8-67 所示。

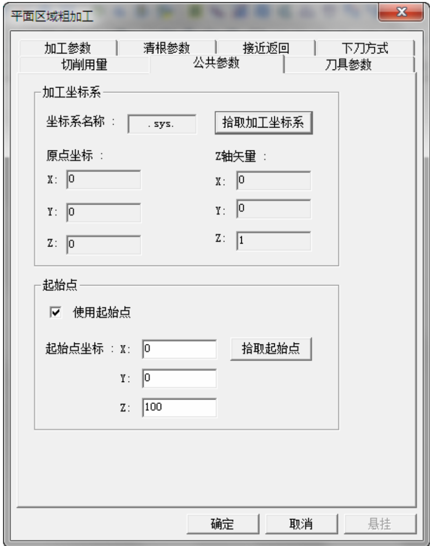


图 8-66　“公共参数”选项卡

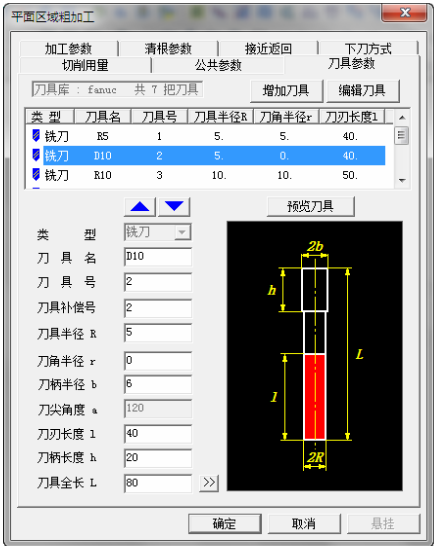


图 8-67　“刀具参数”选项卡

8）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取轮廓”，拾取图 8-68 所示的轮廓曲线，系统继续提示“拾取岛屿”，单击鼠标右键结束拾取。

9）单击鼠标右键确认后系统开始计算，稍后生成轨迹，如图 8-69 所示。

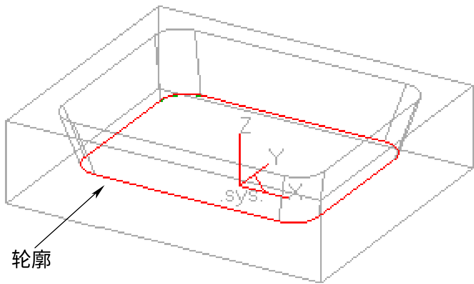


图 8-68　拾取的加工轮廓

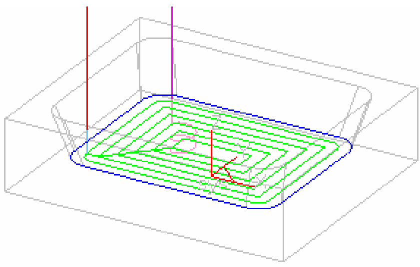


图 8-69　生成刀具轨迹

8.2.3　后置处理

1）选择“加工”→“后置处理”→“机床后置”命令，弹出“机床后置”对话框，在“当前机床”栏中选择“fanuc”，如图 8-70 所示。

2）选择“后置设置”选项卡，根据当前的机床设置各参数，如图 8-71 所示。

图 8-70 “机床后置”对话框　　图 8-71 “后置设置”对话框

3）选择下拉菜单“加工”→“后置处理”→“生成 G 代码”命令，系统自动弹出“生成后置代码”对话框。根据自己的意愿选择存取后置文件（* .cut）的地址，并要求填写后置程序文件名，可进行对其编辑，如图 8-72 所示。

4）输入文件名后选择“保存”按钮，系统提示“拾取加工轨迹”，应按顺序依次拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。该程序是“记事本”文件，如图 8-73 所示。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件中，生成的先后顺序与拾取的先后顺序相同。

图 8-72 “选择后置文件”对话框　　图 8-73 生成的数控代码

5）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，保存所创建的加工文件。

8.3 零件曲面加工仿真实例

8.3.1 零件 CAD 造型

如图 8-74 所示的曲面零件，毛坯尺寸为 120mm×70mm×40mm 的长方体材料，材料为 45

钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

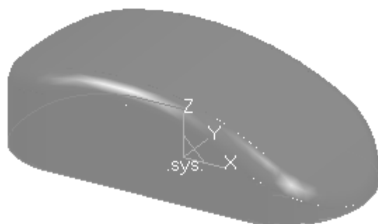


图 8-74 曲面零件

曲面零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．构建基体线框

1）按 F9 键显示坐标轴，选择 XY 平面为绘图平面。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“矩形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“矩形”按钮，选取“中心_长_宽”方式，设置长度为 80mm、宽度为 50mm，选择原点为中心即可完成矩形绘制，如图 8-75 所示。

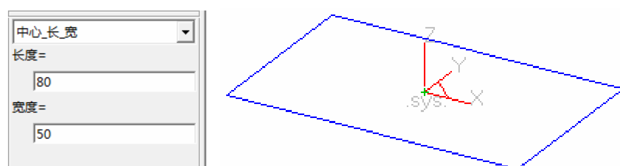


图 8-75 绘制矩形

3）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“两点_半径”画圆弧方式，选择图 8-76 所示的两点，输入半径 28mm，绘制圆弧。

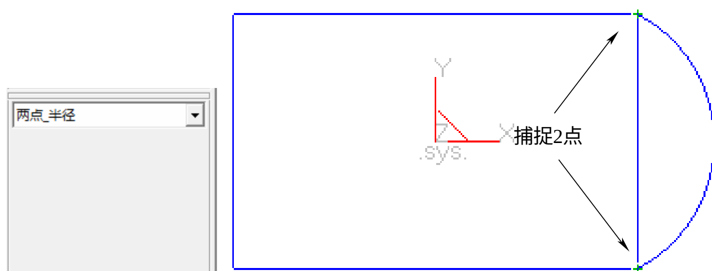


图 8-76 绘制圆弧

4）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“两点_半径”画圆弧方式，选择图 8-77 所示的两点，输入半径 42mm，绘制圆弧。

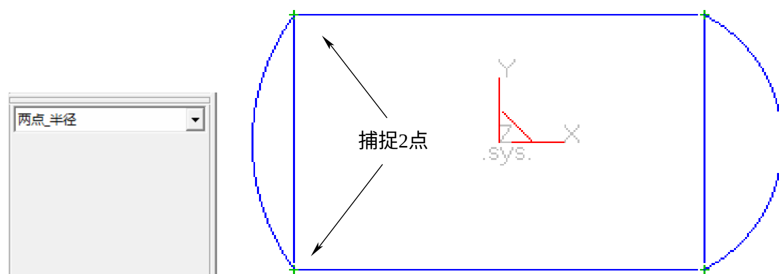


图 8-77　绘制圆弧

5）选择图 8-78 所示的直线，按 Delete 键删除，结果如图 8-78 所示。

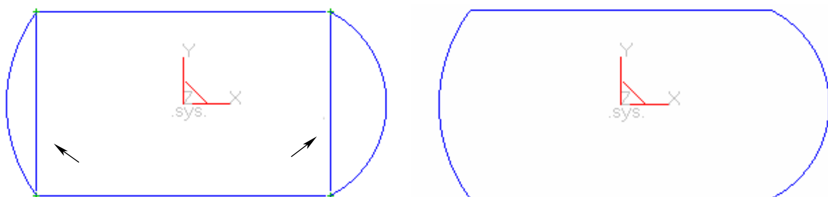


图 8-78　删除直线

6）选择下拉菜单“造型”→“曲线编辑”→“曲线过渡”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲线过渡”按钮，在立即菜单中选择“圆弧过渡”，输入半径 20mm，选择是否裁剪曲线 1 和曲线 2，依次拾取图 8-78 所示的圆弧和直线，完成倒圆角，如图 8-79 所示。

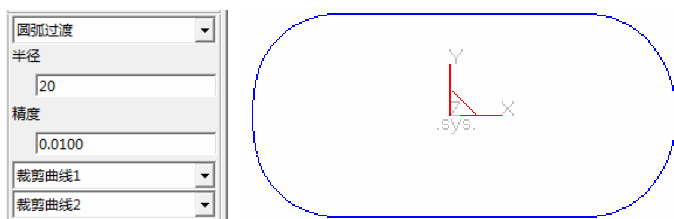


图 8-79　倒圆角

3．创建基体曲面

选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择“Z 轴正方向”为扫描方向，依次拾取上一步所创建曲线，扫描面生成，如图 8-80 所示。

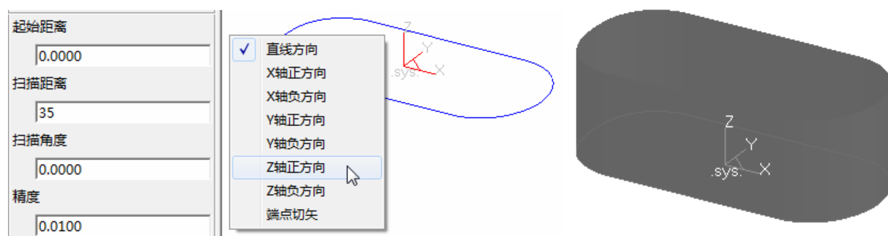


图 8-80　创建扫描曲面

4．绘制圆弧

1）按 F9 键显示坐标轴，选择 ZX 平面为绘图平面。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“三点圆弧”画圆弧方式，输入点坐标分别为（−64.8，8.9）、（−8.8，30）、（54.8，3.7），绘制圆弧，如图 8-81 所示。

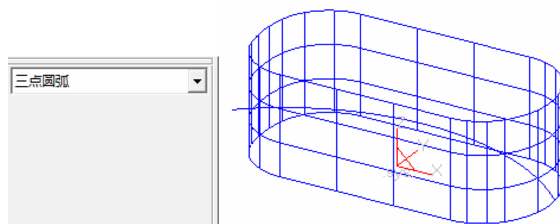


图 8-81　绘制圆弧

5．创建扫描曲面

1）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择“Y 轴正方向”为扫描方向，依次拾取上一步所创建曲线，扫描面生成，如图 8-82 所示。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择“Y 轴负方向”为扫描方向，依次拾取上一步所创建曲线，扫描面生成，如图 8-83 所示。

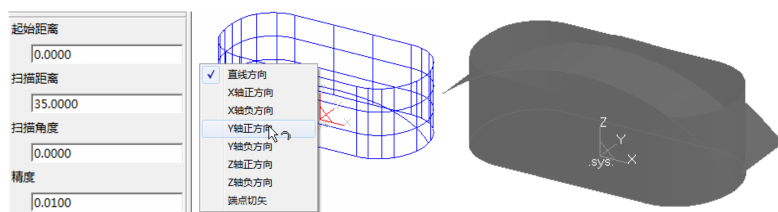


图 8-82　创建扫描曲面 1

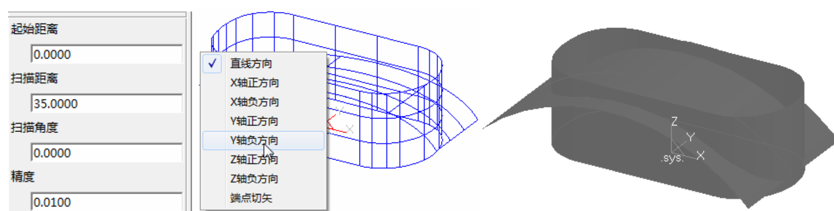


图 8-83　创建扫描曲面 2

6．创建曲面延伸

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面延伸”命令，或者单击“线面编辑栏”

工具栏上的“曲面延伸”按钮，在立即菜单中选择延伸方式，输入长度 5mm，选择图 8-84 所示的曲面，延伸完成。

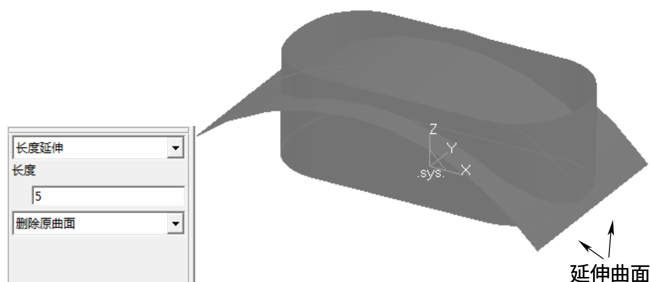


图 8-84　创建曲面延伸

7．创建缝合曲面

1）选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面缝合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面缝合”按钮，在立即菜单中选择“平均切矢”缝合方式，依次对图 8-85 所示的曲面进行缝合。

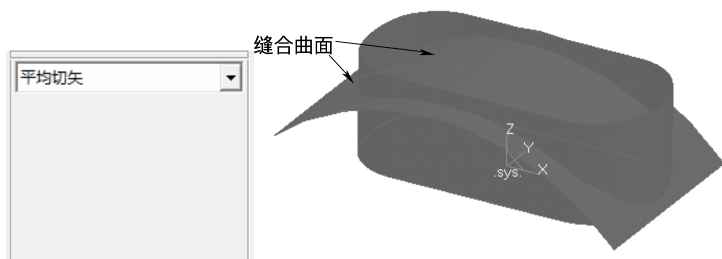


图 8-85　缝合曲面 1

2）选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面缝合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面缝合”按钮，在立即菜单中选择“平均切矢”缝合方式，依次对图 8-86 所示的基体曲面进行缝合。

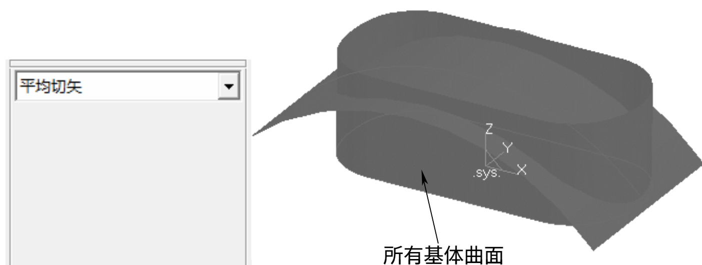


图 8-86　缝合曲面 2



注意

曲面缝合只能对两两曲面进行缝合，因此在缝合上部曲面时要进行多次操作才能缝合成功。

8．创建曲面裁剪

1）选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面编辑 ”→“ 曲面裁剪 ”命令，或者单击“ 线面编辑栏 ”工具栏上的“ 曲面裁剪 ”按钮，在立即菜单中选择“ 面裁剪 ”方式，拾取图 8-87 所示的裁剪曲面和剪刀面，单击鼠标右键完成操作，如图 8-87 所示。

2）选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面编辑 ”→“ 曲面裁剪 ”命令，或者单击“ 线面编辑栏 ”工具栏上的“ 曲面裁剪 ”按钮，在立即菜单中选择“ 面裁剪 ”方式，拾取图 8-88 所示的裁剪曲面和剪刀面，单击鼠标右键完成操作，如图 8-88 所示。

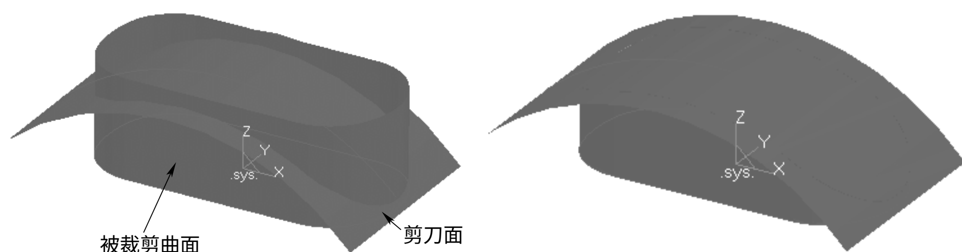


图 8-87　曲面裁剪 1

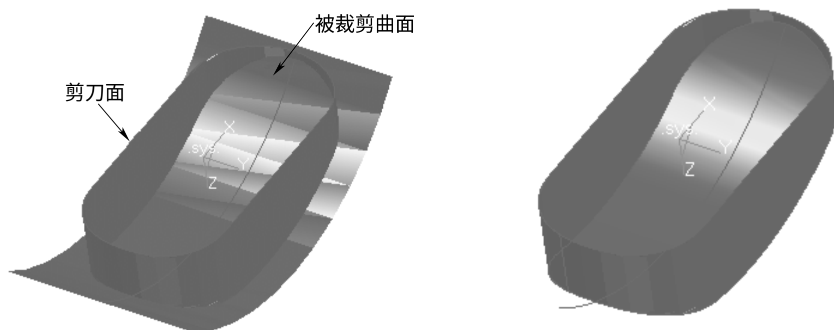


图 8-88　曲面裁剪 2

9．创建曲面过渡

选择下拉菜单“ 造型 ”→“ 曲面编辑 ”→“ 曲面过渡 ”命令，或者单击“ 线面编辑栏 ”工具栏上的“ 曲面过渡 ”按钮，在立即菜单中选择“ 两面过渡 ”方式，等半径为 5mm，依次选择曲面进行操作，如图 8-89 所示。

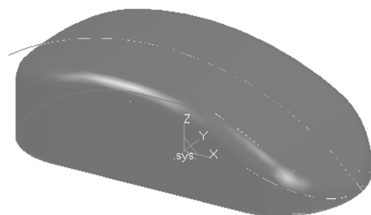


图 8-89　曲面过渡



注意

选择过渡曲面后，提示选择方向，要选择圆角圆心所在一侧为曲面过渡方向。

8.3.2　零件 CAM 仿真加工

1．设置加工工件

1）双击图 8-90 所示“加工管理”中的“毛坯”标识，系统弹出“定义毛坯-世界坐标系（.sys.）”对话框。

2）设置毛坯形状为立方体，选中“参照模型”，选择“参照模型”，并设置参数，如图 8-91 所示。勾选“显示毛坯”，可在显示窗口中以线框形式显示毛坯，单击对话框中的“确定”按钮，完成加工工件设置，如图 8-92 所示。



图 8-90　加工管理

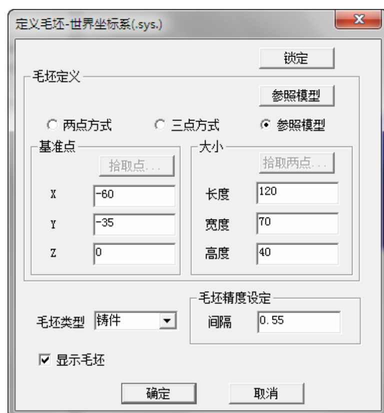


图 8-91　“定义毛坯”对话框

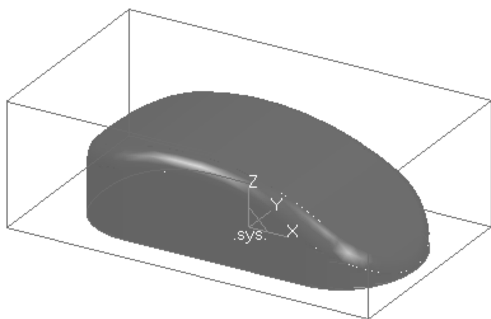


图 8-92　设置的工件

2．等高线粗加工

1）选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“等高线粗加工”，或者单击“等高线粗加工”按钮，弹出“等高线粗加工”对话框。单击“加工参数 1”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“Z 切入”为“层高”，“XY 切入”为“行距”，“切削模式”为“环切”，“行间连接方式”为“圆弧”，“加工顺序”为“XY 优先”。“层高”“行距”“加工精度”“加工余量”参数数值如图 8-93 所示。

2）单击“加工参数 2”选项卡，设置“区域切削类型”为“抬刀切削混合”，“稀疏化加工”和“执行平坦部识别”选系统默认，具体如图 8-94 所示。

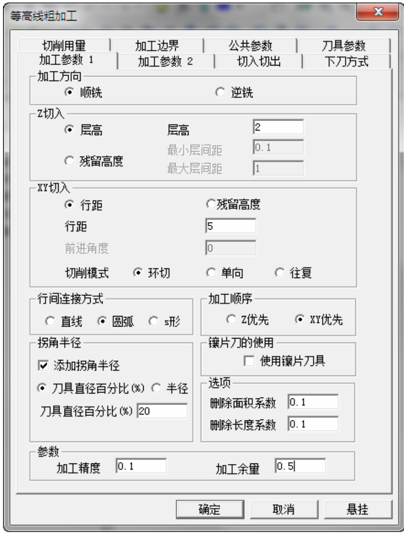


图 8-93 “加工参数 1”选项卡



图 8-94 “加工参数 2”选项卡

3）单击“切入切出”选项卡，设置“方式”为“螺旋”，具体参数如图 8-95 所示。

4）单击“下刀方式”选项卡，“安全高度”“慢速下刀距离”“退刀距离”参数数值如图 8-96 所示。

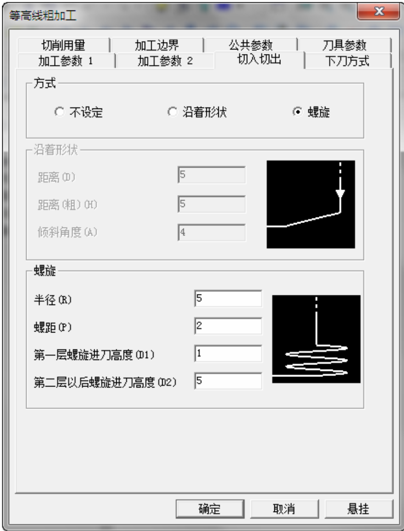


图 8-95 “切入切出”选项卡

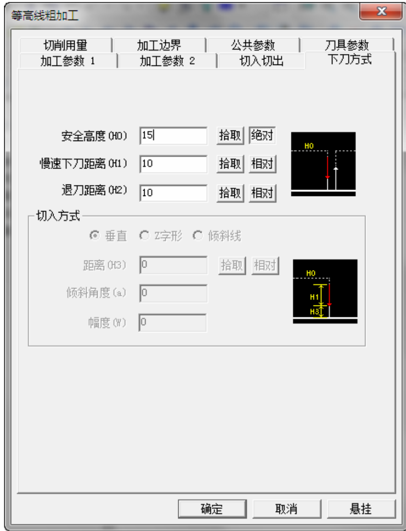


图 8-96 “下刀方式”选项卡

5）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-97 所示。

6）单击“加工边界”选项卡，勾选“使用有效的 Z 范围”，设置“相对于边界的刀具位置”为“边界外侧”，“最大”“最小”参数数值如图 8-98 所示。

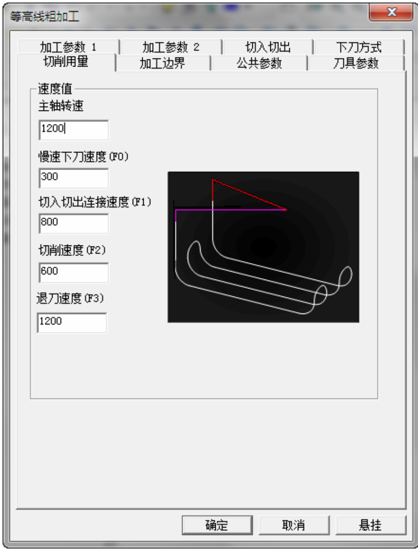


图 8-97 “ 切削用量 ” 选项卡

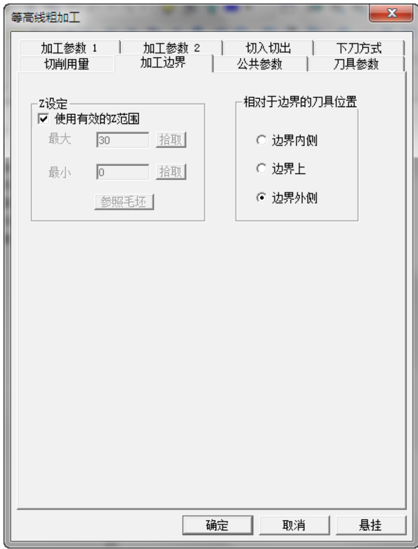


图 8-98 “ 加工边界 ” 选项卡

7）单击 “ 公共参数 ” 选项卡，勾选 “ 使用起始点 ”，具体 “ 起始点坐标 ” 参数数值如图 8-99 所示。

8）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，选择刀具名称为 “ D10 R2 ”，具体 “ 刀具参数 ” 数值如图 8-100 所示。

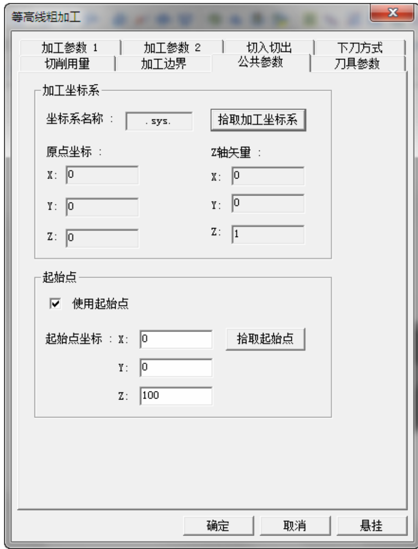


图 8-99 “ 公共参数 ” 选项卡

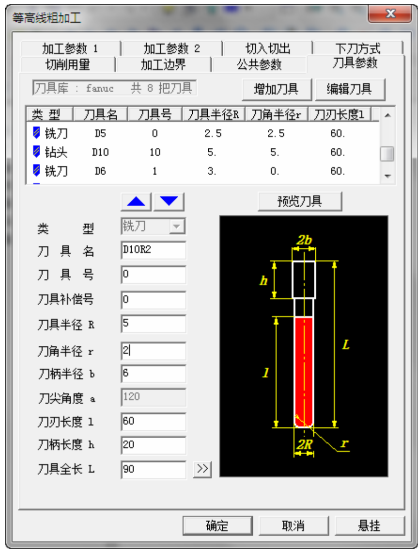


图 8-100 “ 刀具参数 ” 选项卡

9）完成加工参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示 “ 拾取加工对象 ”，按 W 键拾取所有图元，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示 “ 拾取加工对象 ”，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-101 所示。

10）单击鼠标右键确认后系统开始计算，稍后生成轨迹，如图 8-102 所示。

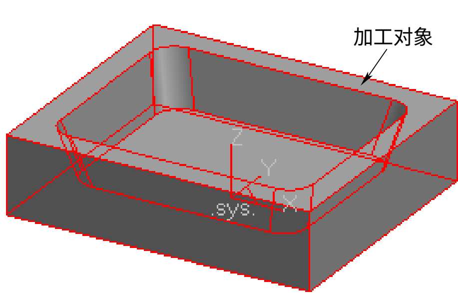


图 8-101 拾取的加工对象

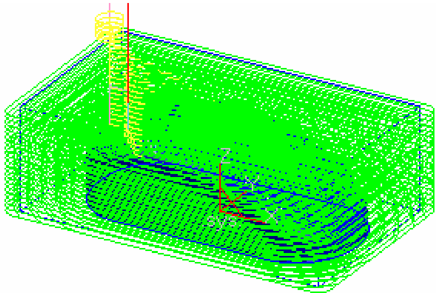


图 8-102 生成刀具轨迹

11）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

3．参数线精加工

1）选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“参数线精加工”，或者单击“参数线精加工”按钮，弹出“参数线精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，设置参数数值如图 8-103 所示。

2）单击“接近返回”选项卡，设置“接近方式”和“返回方式”为“圆弧”，其他参数数值如图 8-104 所示。



图 8-103 “加工参数”选项卡



图 8-104 “接近返回”选项卡

3）单击“下刀方式”选项卡，设置相关参数，如图 8-105 所示。

4）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值，如图 8-106 所示。

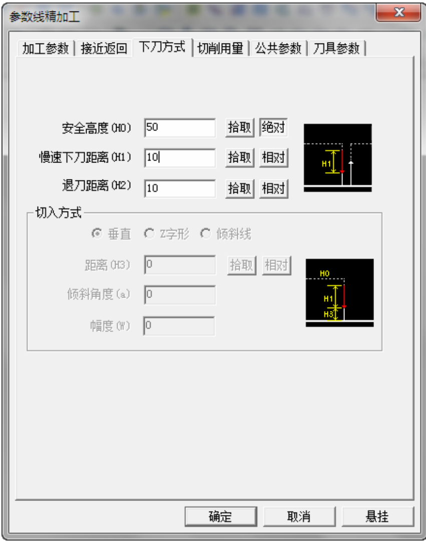


图 8-105　“ 下刀方式 ” 选项卡

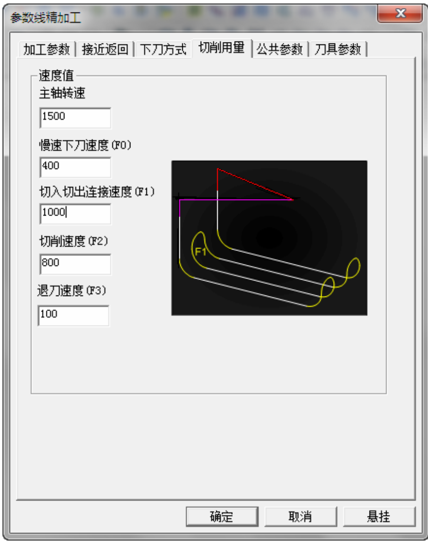


图 8-106　“ 切削用量 ” 选项卡

5）单击 “ 公共参数 ” 选项卡，勾选 “ 使用起始点 ”，“ 起始点坐标 ” 参数数值如图 8-107 所示。

6）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，选择刀具名称为 “ R5 ”，如图 8-108 所示。

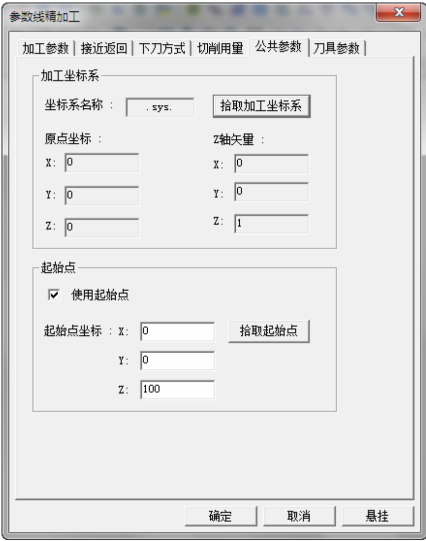


图 8-107　“ 公共参数 ” 选项卡

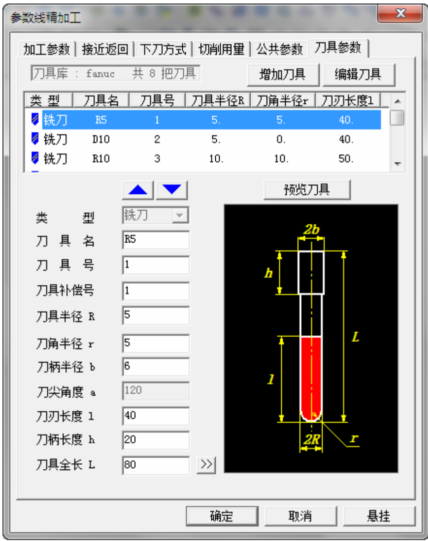


图 8-108　“ 刀具参数 ” 选项卡

7）完成加工参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示 “ 拾取加工对象 ”，选择图 8-109 所示曲面，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示 “ 拾取进刀点 ”，选择进刀点，默认加工方向，系统提示 “ 拾取干涉曲面 ”，单击鼠标右键结束拾取。

8）单击鼠标右键确认后系统开始计算，生成轨迹如图 8-110 所示。

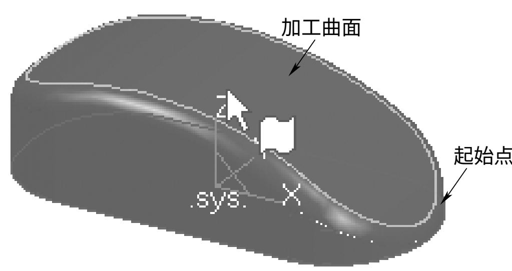


图 8-109　拾取加工对象

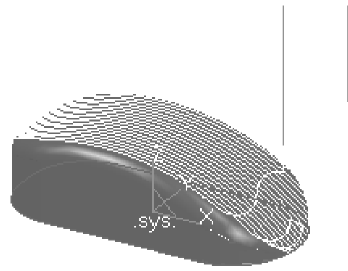


图 8-110　生成刀具轨迹

9）重复上述步骤，选择图 8-111 所示的曲面，生成另一个曲面的刀具轨迹，如图 8-112 所示。

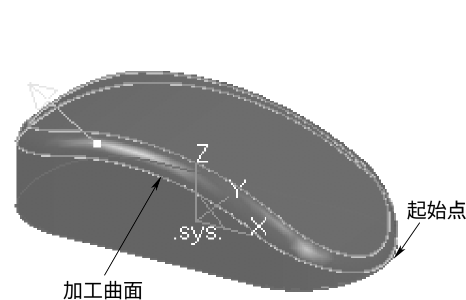


图 8-111　选择加工对象

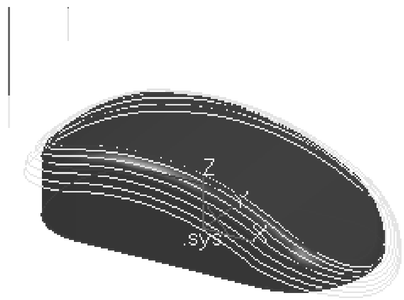


图 8-112　生成刀具轨迹

8.3.3　后置处理

1）选择“ 加工 ”→“ 后置处理 ”→“ 机床后置 ”命令，弹出“ 机床后置 ”对话框，在“ 当前机床 ”栏中选择“ fanuc ”，如图 8-113 所示。

2）选择“ 后置设置 ”选项卡，根据当前的机床设置各参数，如图 8-114 所示。

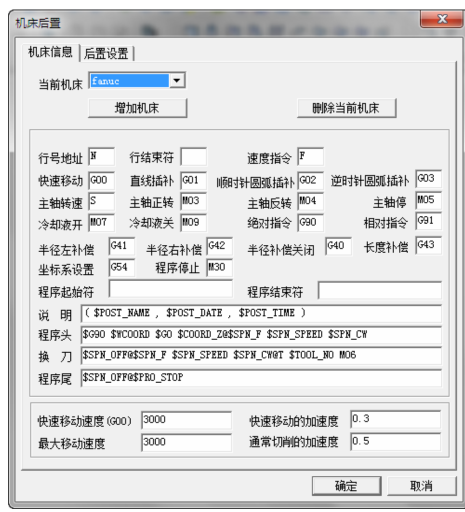


图 8-113　“ 机床后置 ”对话框

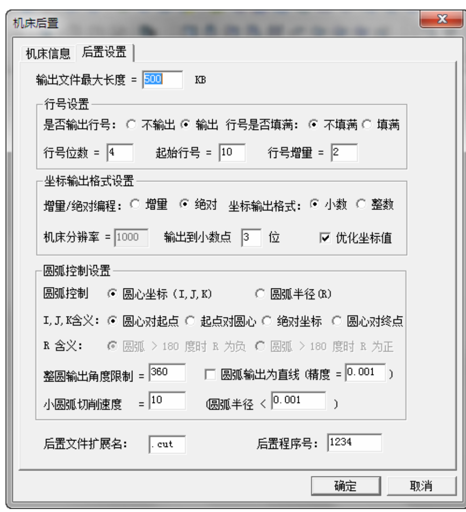


图 8-114　“ 后置设置 ”对话框

3）选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 后置处理 ”→“ 生成 G 代码 ”命令，系统自动弹出

“ 生成后置代码 ” 对话框。根据自己的意愿选择存取后置文件（* .cut）的地址，并要求填写后置程序文件名，可对其进行编辑，如图 8-115 所示。

4）输入文件名后选择 “ 保存 ” 按钮，系统提示 “ 拾取加工轨迹 ”，应按顺序依次拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。该程序是 “ 记事本 ” 文件，如图 8-116 所示。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件中，生成的先后顺序与拾取的先后顺序相同。

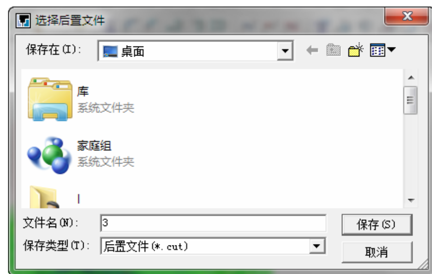


图 8-115　“ 选择后置文件 ” 对话框

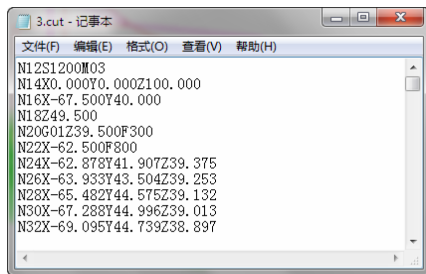


图 8-116　生成的数控代码

5）选择下拉菜单 “ 文件 ” → “ 保存 ” 命令，保存所创建的加工文件。

8.4　零件孔系加工仿真实例

8.4.1　零件 CAD 造型

如图 8-117 所示的孔系零件，毛坯尺寸为 120mm×100mm×30mm 的长方体材料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行孔数控加工仿真。

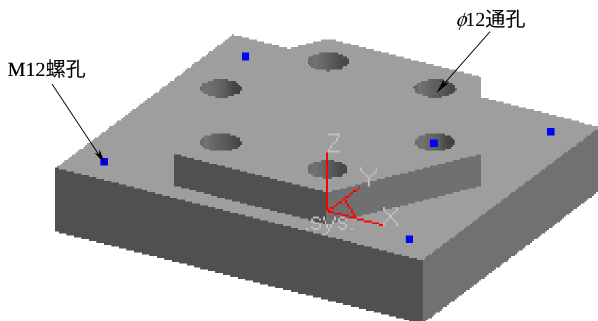


图 8-117　孔系零件

孔系零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的 “ CAXA 制造工程师 2011 ” 图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．绘制矩形

1）选择 XY 后，单击 “ 绘制草图 ” 按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表

示已经处于草图工作状态，如图 8-118 所示。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“矩形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“矩形”按钮，选取“中心_长_宽”方式，设置长度为 120mm，宽度为 100mm，选择原点为中心即可完成矩形绘制，如图 8-119 所示。

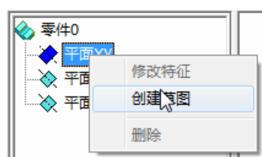
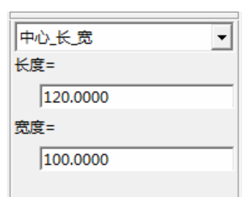


图 8-118　选择草图平面



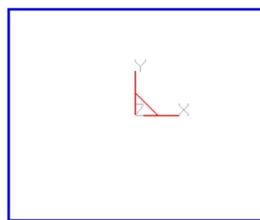
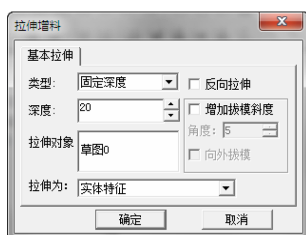


图 8-119　绘制矩形

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

3．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 20，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮完成操作，如图 8-120 所示。



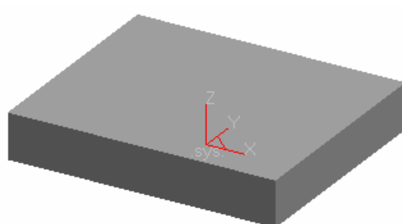


图 8-120　创建拉伸增料

4．绘制六边形

1）在图形区选择图 8-121 所示的实体表面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“多边形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“多边形”按钮，在立即菜单中选择中心，内接或外接，输入边数 6，选择原点为中心，输入边终点为（50，0），完成操作，如图 8-122 所示。

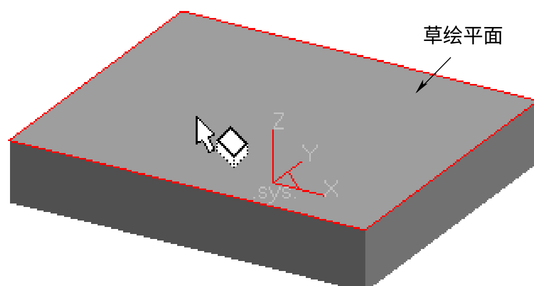


图 8-121　选择草绘平面

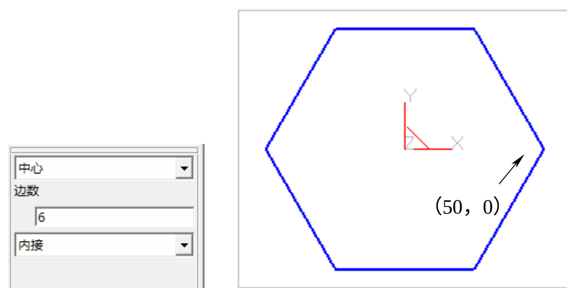


图 8-122　绘制六边形

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

5．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 10，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮完成操作，如图 8-123 所示。

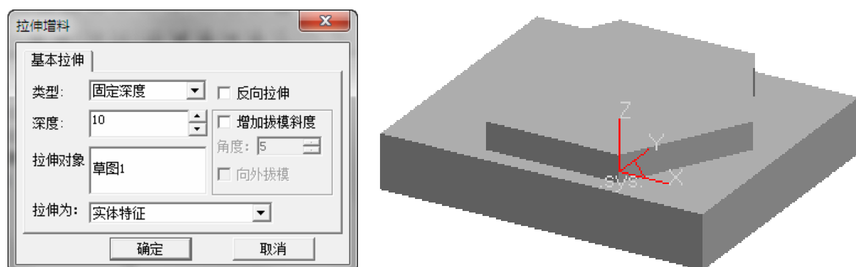


图 8-123　创建拉伸增料

6．创建孔特征

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“点”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“点”按钮，选取“单个点”和“工具点”画点方式，输入坐标（35，0，30），创建点如图 8-124 所示。

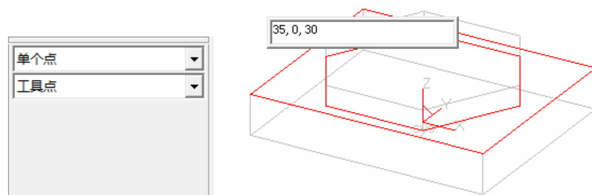


图 8-124　绘制点

2）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“孔”命令，或者单击“特征生成”工具栏上的“打孔”按钮，弹出“孔的类型”对话框，拾取如图 8-125 所示打孔平面，选择孔的类型，如图 8-126 所示。

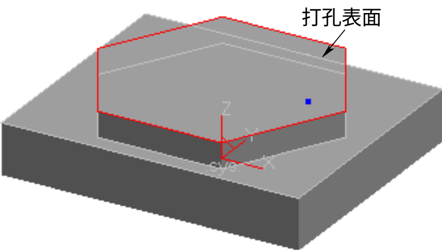


图 8-125　选择打孔表面



图 8-126　选择孔的类型

3）系统提示指定孔的定位点，选择图 8-127 所示的点为孔定位点，单击“下一步”按钮，弹出“孔的参数”对话框，设置孔参数如图 8-127 所示。单击“完成”按钮完成孔特征，如图 8-128 所示。

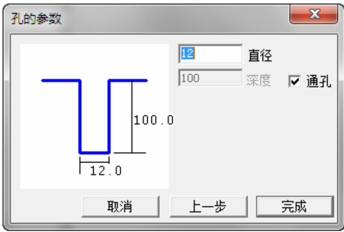


图 8-127　“孔的参数”对话框

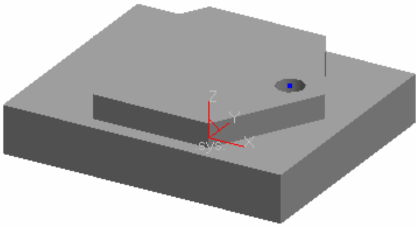


图 8-128　孔特征

7．创建环形阵列

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“直线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“直线”按钮，在立即菜单中选取“两点线”方式，捕捉原点，绘制一条任意长的直线，如图 8-129 所示。

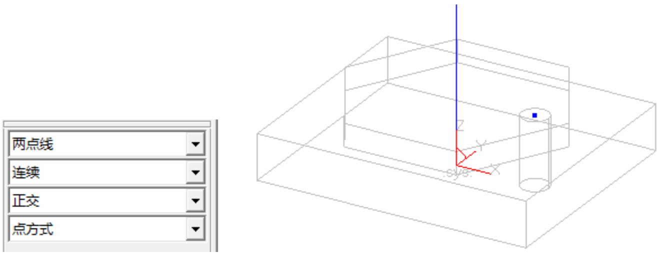


图 8-129　绘制直线

2）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“线性阵列”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“环形阵列”按钮，弹出“环形阵列”对话框，拾取阵列对象和边/基准轴，填入角度和数目，单击“确定”按钮，结果如图 8-130 所示。

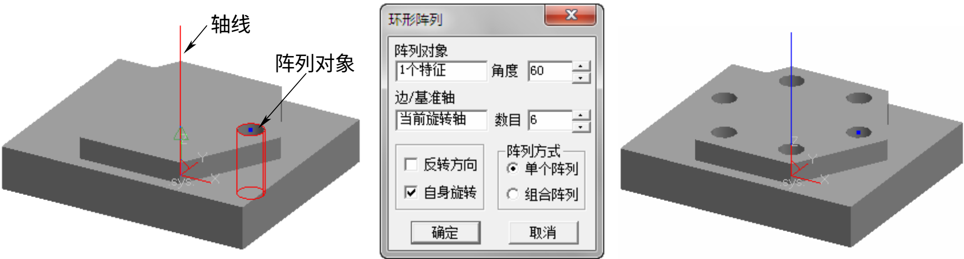


图 8-130　创建环形阵列

3）选择上一步创建的直线，按 Delete 键删除直线。

8．创建点

选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“点”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“点”按钮，选取“单个点”和“工具点”画点方式，依次输入坐标（50，40，20），（50，−40，20），（−50，40，20），（−50，−40，20），创建 4 个点，如图 8-131 所示。

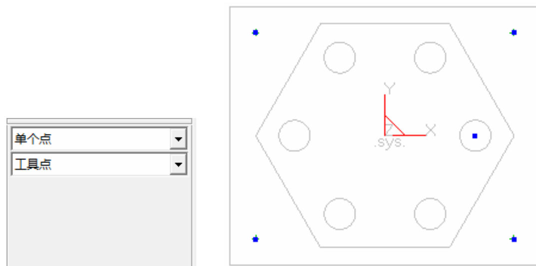


图 8-131　绘制点

8.4.2　零件 CAM 仿真加工

1．M12 螺纹孔加工

1）选择下拉菜单“加工”→“其他加工”→“工艺钻孔设置”命令，弹出“工艺钻孔设置”对话框。在“加工方法”栏选择“钻孔”，单击»按钮选中，如图 8-132 所示。单击“关闭”按钮关闭对话框。

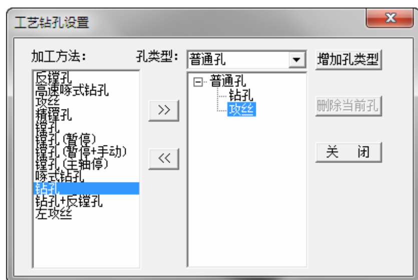


图 8-132　“工艺钻孔设置”对话框

2）选择下拉菜单“加工”→“其他加工”→“工艺钻孔加工”命令，弹出“工艺钻孔加工向导”对话框，如图 8-133 所示。单击“输入点”按钮，按住 CTRL 键在屏幕上选择如图 8-134 所示的 4 个点所在位置，单击鼠标右键确定。

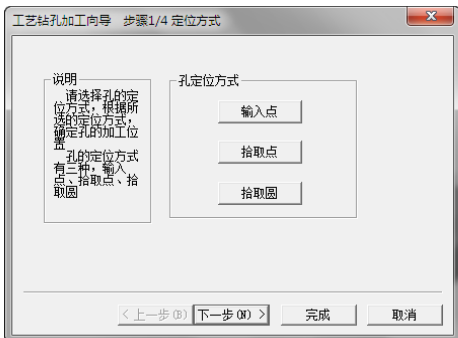


图 8-133　“工艺钻孔加工向导”对话框

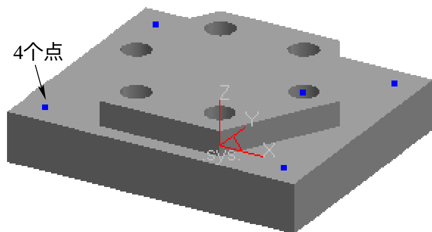


图 8-134　选择点

3）单击“下一步”按钮，选择“路径优化”为“缺省情况”，如图 8-135 所示。

4）单击“下一步”按钮，设置工艺加工文件选择，如图 8-136 所示。

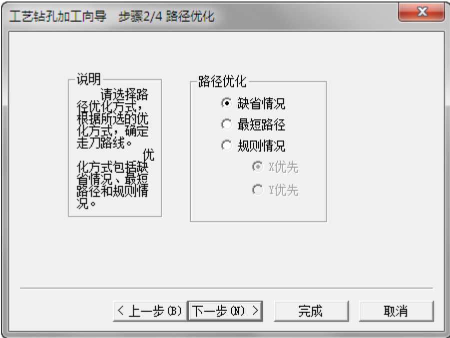


图 8-135　路径优化设置

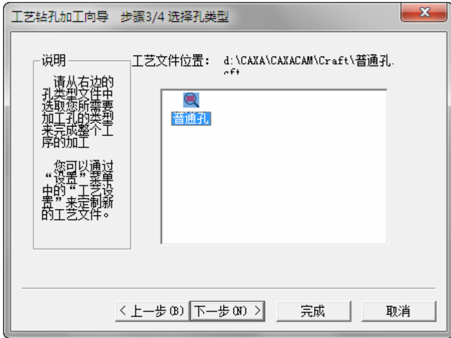


图 8-136　设置工艺加工文件选择

5）单击"下一步"按钮，设置工艺参数，如图 8-137 所示。

6）单击"完成"按钮，完成工艺钻孔加工向导，显示设置的刀轨，如图 8-138 所示。从图中可见刀轨位置不正确。

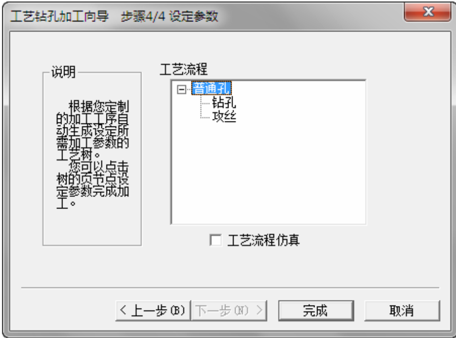


图 8-137　设定工艺参数

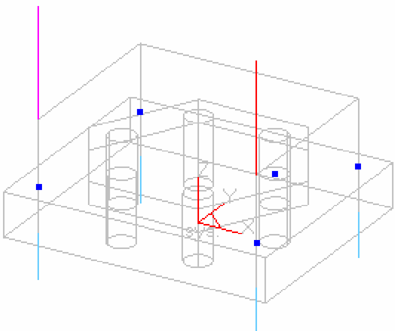


图 8-138　钻孔向导生成刀轨

7）双击"钻孔"中的"加工参数"图标，打开"孔加工"对话框，设置相关参数如图 8-139 所示。

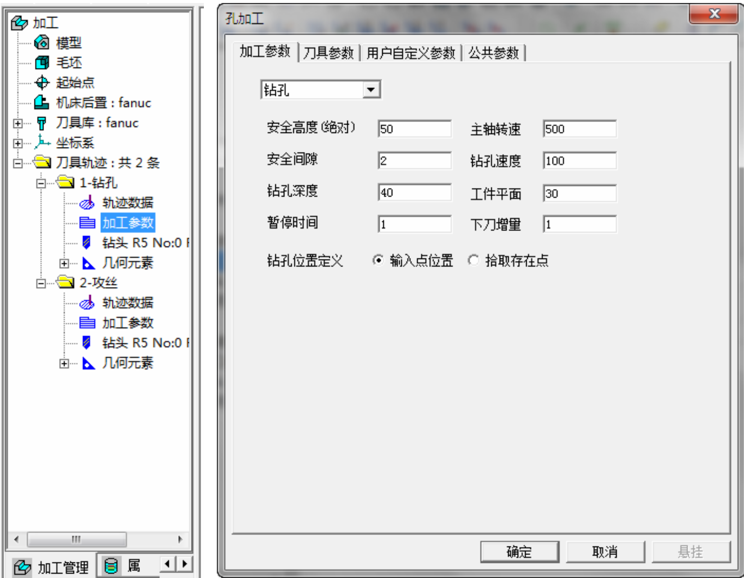


图 8-139　设置钻孔加工参数

8）双击“ 攻丝 ”中的“ 加工参数 ”图标，打开“ 孔加工 ”对话框，设置相关参数如图 8-140 所示。

9）单击“ 确定 ”按钮后，系统提示“ 加工参数已被改变，需要立即重新生成刀具轨迹吗 ”，单击“ 是 ”，重新生成刀轨，如图 8-141 所示。

10）在“ 加工管理 ”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选取“ 隐藏 ”命令，刀具轨迹就被隐藏了。



图 8-140　设置攻丝加工参数

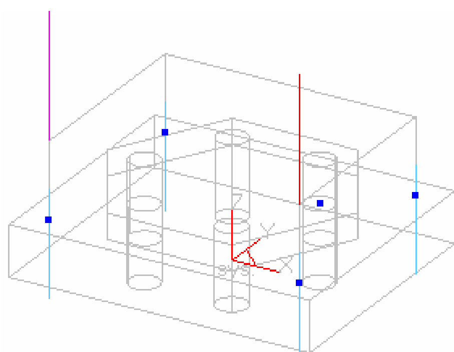


图 8-141　重新生成的刀轨

2．ϕ12 通孔加工

1）选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 其他加工 ”→“ 孔加工 ”命令，弹出“ 孔加工 ”对话框，选择“ 钻孔 ”类型，“ 钻孔位置定义 ”选择“ 输入点位置 ”，其他参数如图 8-142 所示。

2）单击“ 刀具参数 ”选项卡，单击“ 增加刀具 ”按钮，弹出“ 刀具定义 ”对话框，设置参数如图 8-143、图 8-144 所示。

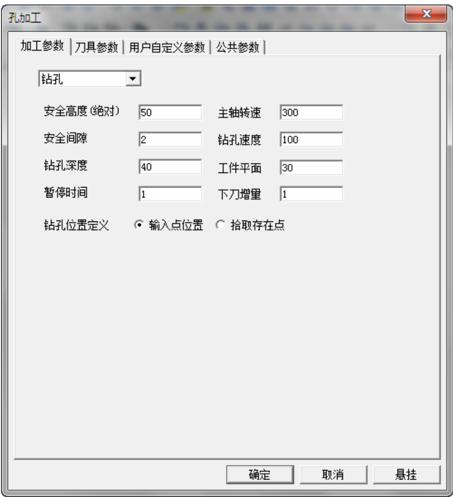


图 8-142 “孔加工”对话框

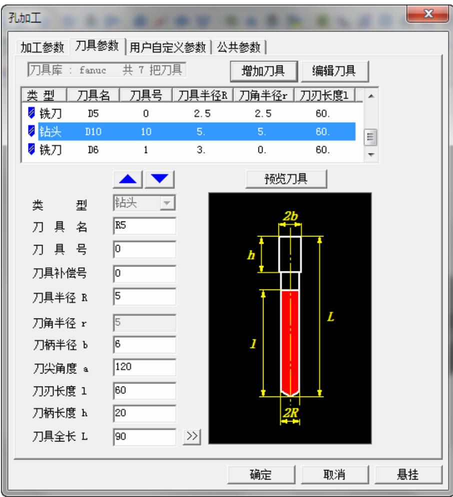


图 8-143 “刀具参数”选项卡

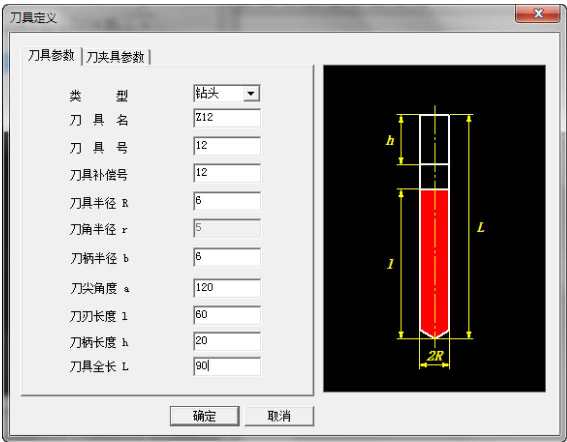


图 8-144 “刀具定义”对话框

3）单击“确定”按钮后，系统提示：拾取点，按空格键，在弹出的快捷菜单中选择“圆心”，依次选择如图 8-145 所示的孔边圆。

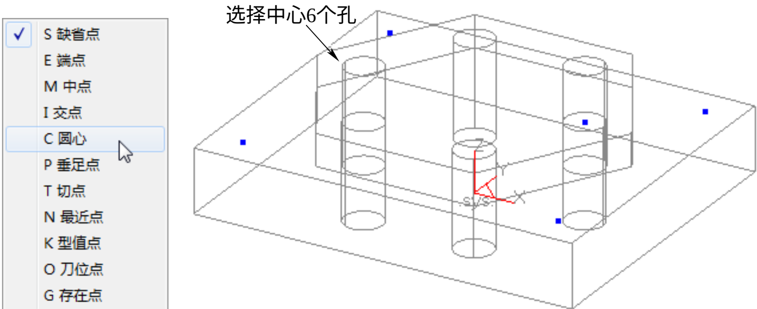


图 8-145 选择孔

4）单击鼠标右键，生成刀轨轨迹，如图 8-146 所示。

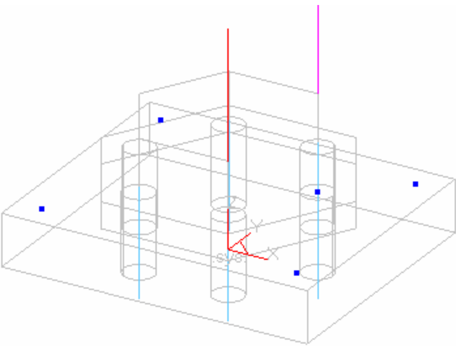


图 8-146　钻孔刀轨

8.4.3　后置处理

1）选择“加工”→“后置处理”→“机床后置”命令，弹出“机床后置”对话框，在“当前机床”栏中选择“fanuc”，如图 8-147 所示。

2）选择“后置设置”选项卡，根据当前的机床，设置各参数，如图 8-148 所示。

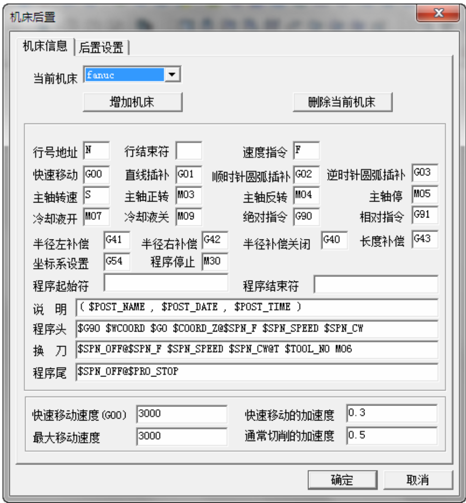


图 8-147　“机床后置”对话框

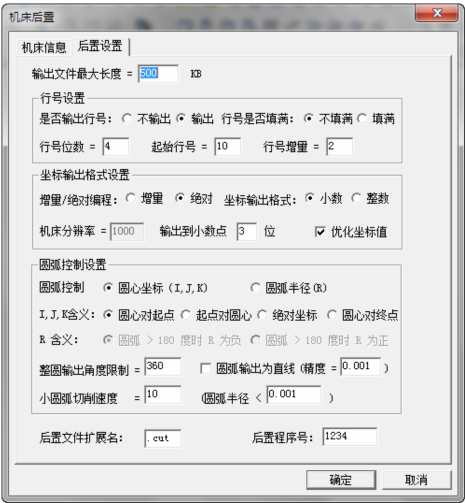


图 8-148　“后置设置”对话框

3）选择下拉菜单“加工”→“后置处理”→“生成 G 代码”命令，系统自动弹出“生成后置代码”对话框。根据自己的意愿选择存取后置文件（*.cut）的地址。并要求用户填写后置程序文件名，可对其进行编辑，如图 8-149 所示。

4）输入文件名后选择“保存”按钮，系统提示“拾取加工轨迹”，应按顺序依次拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。该程序是“记事本”文件，如图 8-150 所示。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件当中，生成的先

后顺序与拾取的先后顺序相同。

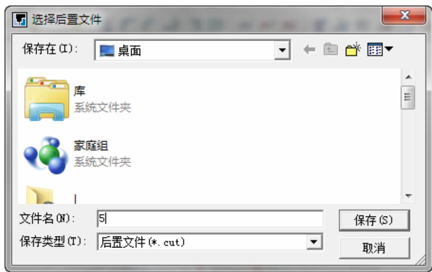


图 8-149　“ 选择后置文件 ” 对话框

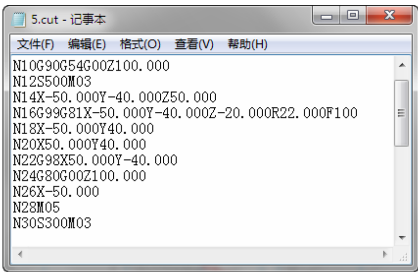


图 8-150　生成的数控代码

5）选择下拉菜单 “ 文件 ” → “ 保存 ” 命令，保存所创建的加工文件。

8.5　三轴加工仿真实例

8.5.1　零件 CAD 造型

如图 8-151 所示的三轴零件，毛坯尺寸为 180mm×210mm×125mm 的长方体材料，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

三轴零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的 “ CAXA 制造工程师 2011 ” 图标，启动 CAXA 制造工程师。

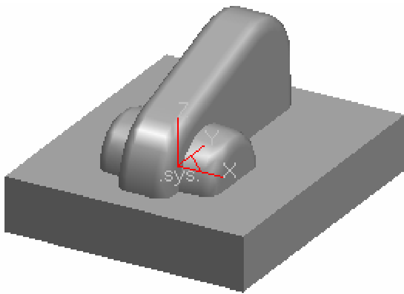


图 8-151　三轴零件

2．绘制圆

1）选择 YZ 后，单击 “ 绘制草图 ” 按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态，如图 8-152 所示。

2）选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 曲线生成 ” → “ 圆 ” 命令，或者单击 “ 曲线生成栏 ” 工具栏上的 “ 圆 ” 按钮，选取 “ 圆心_半径 ” 画圆方式，输入圆心为（0，0），半径为 35mm，完成操作，如图 8-153 所示。



图 8-152　选择草图平面

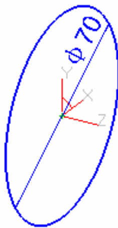


图 8-153　绘制圆

3）单击 “ 绘制草图 ” 按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

3．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“双向拉伸”拉伸类型，填入深度 90，拾取上一步创建的草图，选中“增加拔模斜度”复选框，设置“角度”为 5，单击“确定”按钮完成操作，如图 8-154 所示。

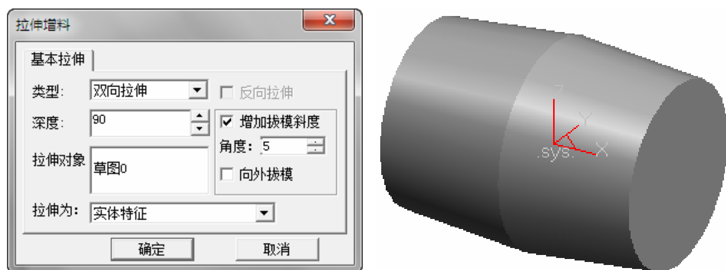


图 8-154　创建拉伸增料

4．创建草图

1）选择 YZ 后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态。

2）利用圆、直线、过渡、修剪等工具绘制如图 8-155 所示的草图。

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

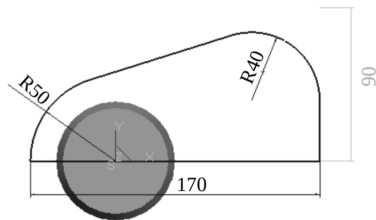


图 8-155　绘制圆

5．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“双向拉伸”拉伸类型，填入深度 40，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮完成操作，如图 8-156 所示。



图 8-156　创建拉伸增料

6．绘制矩形

1）选择 XY 后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“矩形”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“矩形”按钮，选取“两点矩形”方式，绘制矩形并标注尺寸如图 8-157 所示。

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

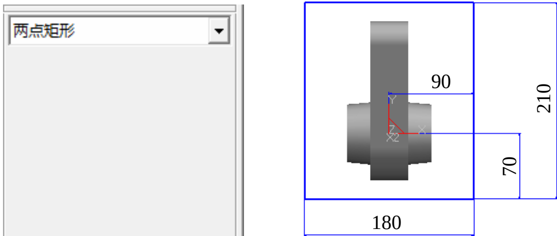


图 8-157 绘制矩形

7．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 40，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮完成操作，如图 8-158 所示。

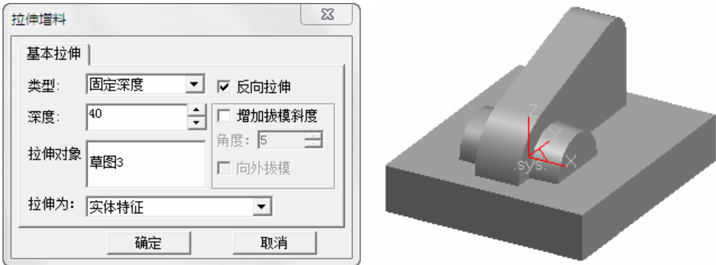


图 8-158 创建拉伸增料

8．创建圆角

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“过渡”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“过渡”按钮，弹出“过渡”对话框，填入半径 10mm，拾取如图 8-159 所示的边线为过渡的元素，单击“确定”按钮完成操作。

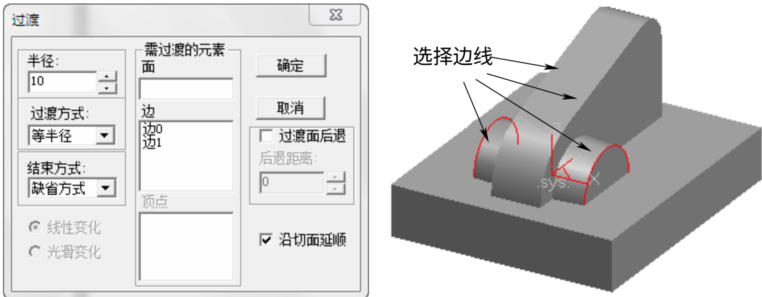


图 8-159 创建圆角

8.5.2 零件 CAM 仿真加工

1．设置加工工件

1）双击“加工管理”中的“毛坯”标识，系统弹出“定义毛坯”对话框，如图 8-160

所示。

2）设置毛坯形状为立方体，选中“参照模型”，单击“参照模型”按钮，勾选“显示毛坯”按钮，以在显示窗口中以线框形式显示毛坯，单击“定义毛坯”对话框中的“确定”按钮，完成加工工件设置，如图 8-161 所示。

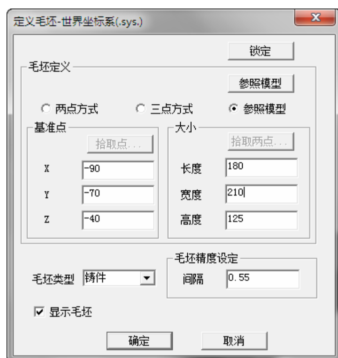


图 8-160　“定义毛坯”对话框

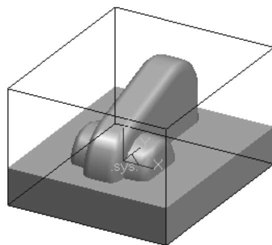


图 8-161　设置的工件

2．等高线粗加工

1）选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“等高线粗加工”或单击“等高线粗加工”按钮 ，弹出“等高线粗加工”对话框。单击“加工参数 1”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“Z 切入”为“层高”，“XY 切入”为“行距”，“切削模式”为“环切”，“行间连接方式”为“圆弧”，“加工顺序”为“XY 优先”。“层高”“行距”“加工精度”“加工余量”参数数值如图 8-162 所示。

2）单击“加工参数 2”选项卡，设置“区域切削类型”为“抬刀切削混合”，“稀疏化加工”和“执行平坦部识别”选系统默认，具体如图 8-163 所示。

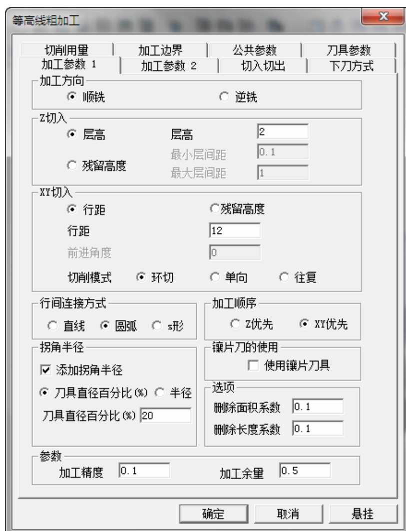


图 8-162　“加工参数 1”选项卡



图 8-163　“加工参数 2”选项卡

3）单击“切入切出”选项卡，设置“方式”为“螺旋”，具体参数如图 8-164 所示。

4）单击“下刀方式”选项卡，“安全高度”“慢速下刀距离”“退刀距离”“距离”参数数值如图 8-165 所示。

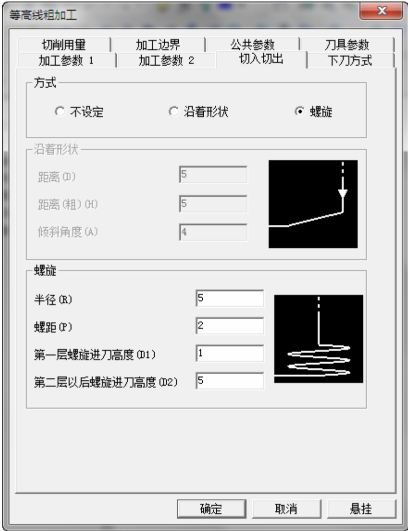


图 8-164 “切入切出”选项卡

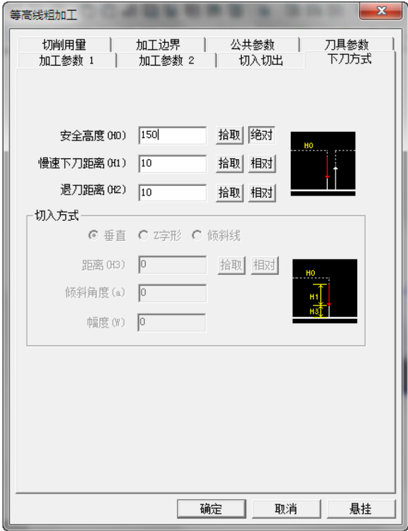


图 8-165 “下刀方式”选项卡

5）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-166 所示。

6）单击“加工边界”选项卡，取消“使用有效的 Z 范围”，设置“相对于边界的刀具位置”为“边界外侧”，“最大”“最小”参数数值如图 8-167 所示。

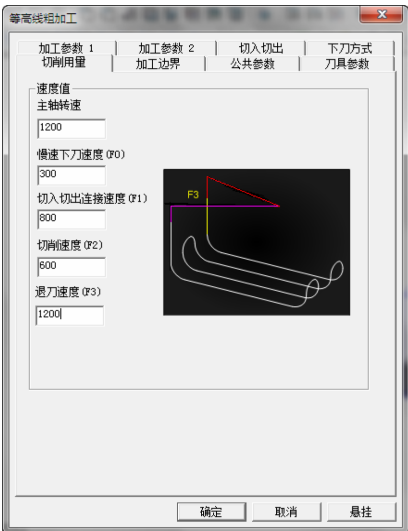


图 8-166 “切削用量”选项卡

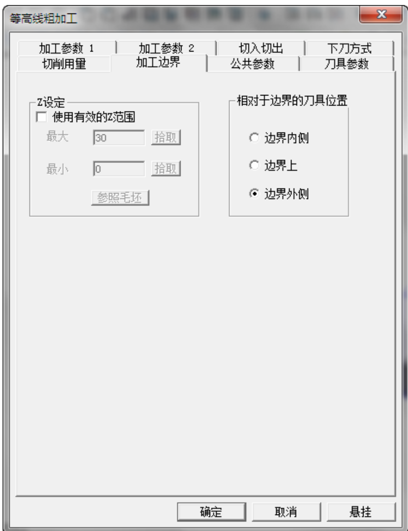


图 8-167 “加工边界”选项卡

7）单击“公共参数”选项卡，勾选“使用起始点”，具体“起始点坐标”参数数值如图 8-168 所示。

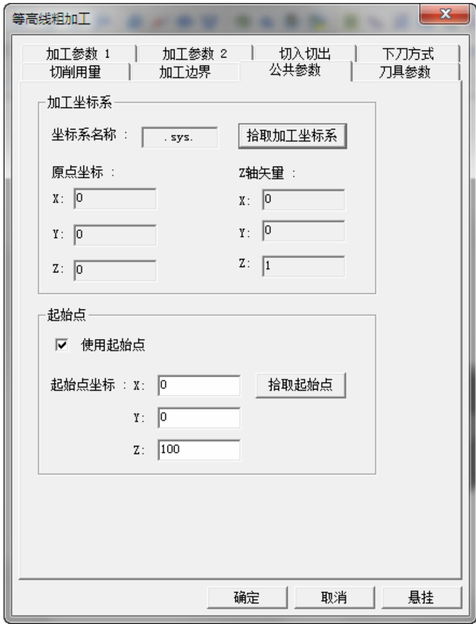


图 8-168　“ 公共参数 ” 选项卡

8）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，单击 “ 增加刀具 ” 按钮，设置刀具名为 D20R4，D 代表刀具直径，R 代表刀具半径的平底刀，具体 “ 刀具参数 ” 数值如图 8-169 所示。

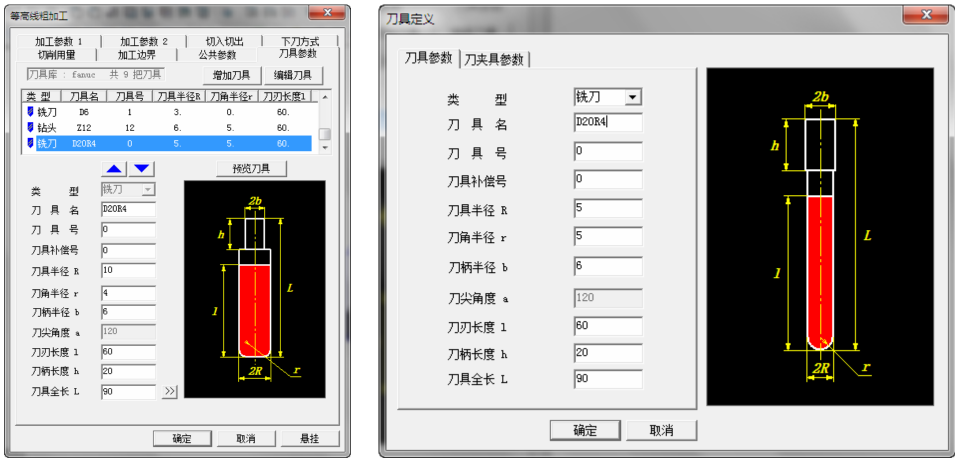


图 8-169　“ 刀具参数 ” 选项卡

9）完成加工参数设置后，单击“ 确定 ”按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取加工对象 ”，按 W 键拾取所有图元，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示 “ 拾取加工对象 ”，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-170 所示。

10）单击鼠标右键确认以后系统开始计算，稍后生成图 8-171 所示轨迹。

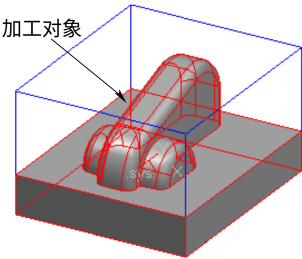


图 8-170　拾取的加工对象

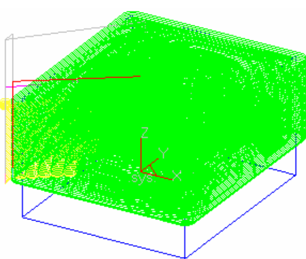


图 8-171　生成刀具轨迹

11）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

3．等高线精加工

1）选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“等高线精加工”或单击“等高线精加工”按钮 ，弹出“等高线精加工”对话框。单击“加工参数 1”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“Z 向”为“层高”，“加工顺序”为“XY 优先”，其他参数如图 8-172 所示。

2）单击“加工参数 2”选项卡，设置“路径生成方式”为“不加工平坦部”，由于对生产轨迹没有影响，其余加工参数选系统默认，具体如图 8-173 所示。

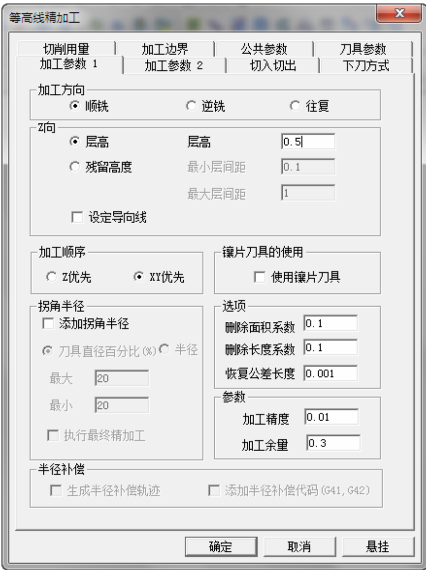


图 8-172　“加工参数 1”选项卡

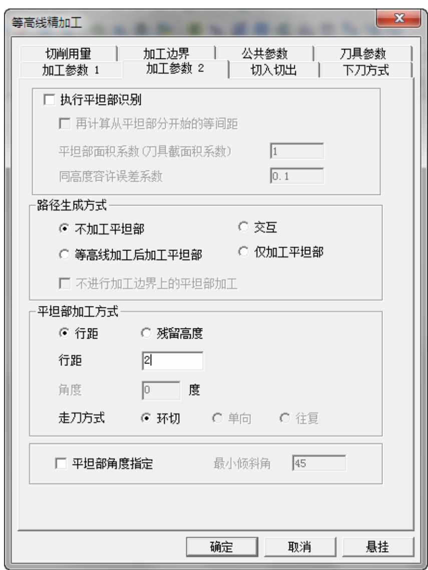


图 8-173　“加工参数 2”选项卡

3）单击“切入切出”选项卡，设置“方式”为“XY 向”，“XY 向”为“圆弧”，“半径”、“角度”参数数值如图 8-174 所示。

4）单击“下刀方式”选项卡，勾选“抬刀最优化”，设置“切入方式”为“倾斜线”。“安全距离”“慢速下刀距离”“退刀距离”“距离”参数数值如图 8-175 所示。

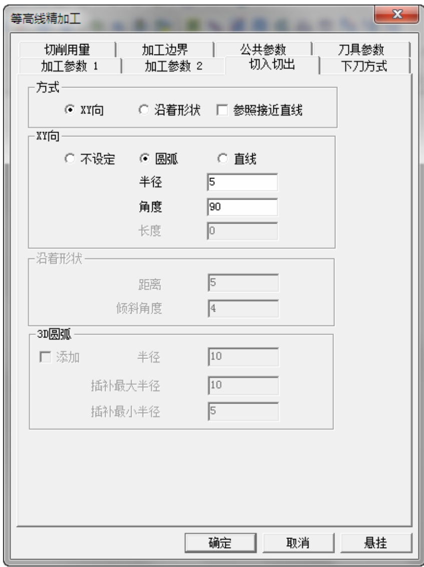


图 8-174 “切入切出”选项卡

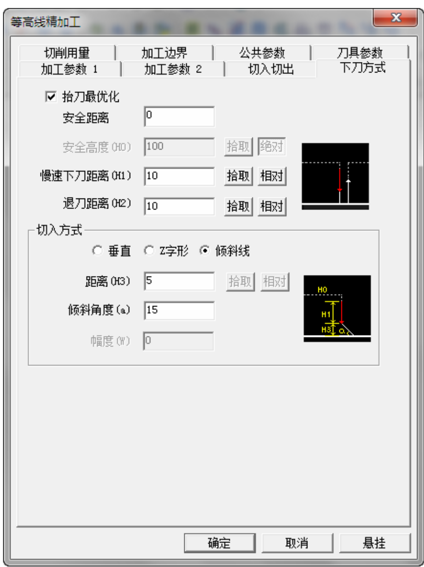


图 8-175 “下刀方式”选项卡

5）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-176 所示。

6）单击“加工边界”选项卡，设置“相对于边界的刀具位置”为“边界上”，如图 8-177 所示。

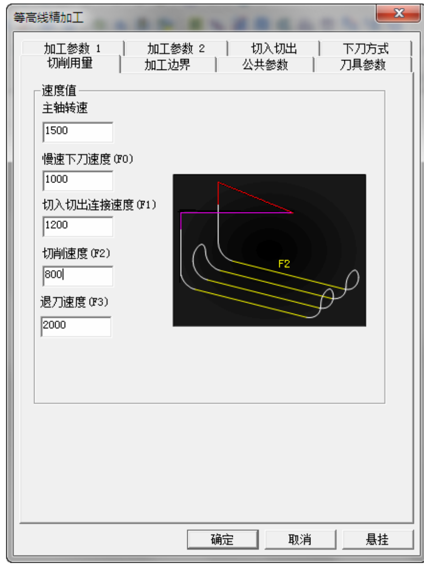


图 8-176 “切削用量”选项卡



图 8-177 “加工边界”选项卡

7）单击“公共参数”选项卡，勾选“使用起始点”，具体参数数值按照系统默认设置即可。

8）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为“R5”，“刀具参数”数值如图 8-178 所示。

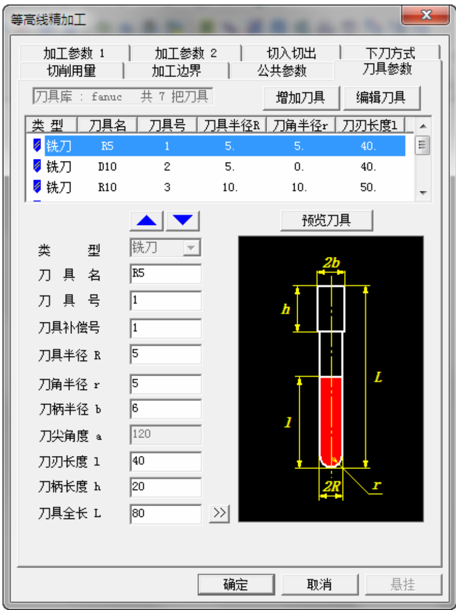


图 8-178 “ 刀具参数 ” 选项卡

9）完成加工参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示 “ 拾取加工对象 ”，直接拾取所有实体，并选择如图 8-179 所示的边线作为边界，单击鼠标右键结束拾取。

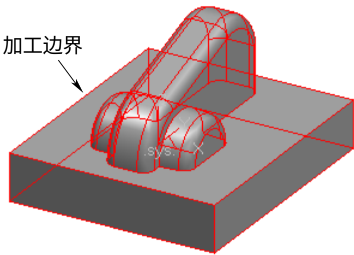


图 8-179 拾取的加工对象和边界

10）单击鼠标右键确认以后系统开始计算，稍后生成图 8-180 所示轨迹。

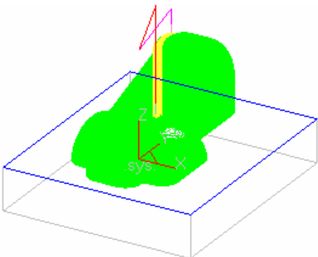


图 8-180 生成刀具轨迹

11）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

4．浅平面精加工

1）选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“浅平面精加工”命令，弹出“浅平面精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“XY 向”为“行距”，“平坦区域识别”中设置“最小角度”为 0，“最大角度”为 45，其他参数如图 8-181 所示。

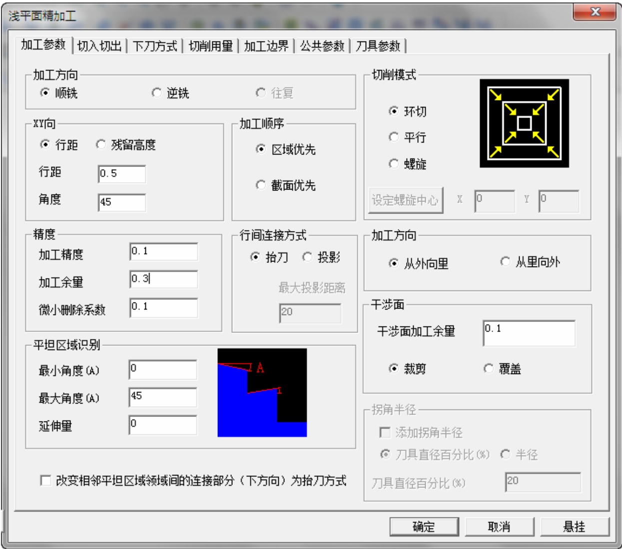


图 8-181　“加工参数”选项卡

2）单击“切入切出”选项卡，设置“3D 圆弧”参数数值如图 8-182 所示。

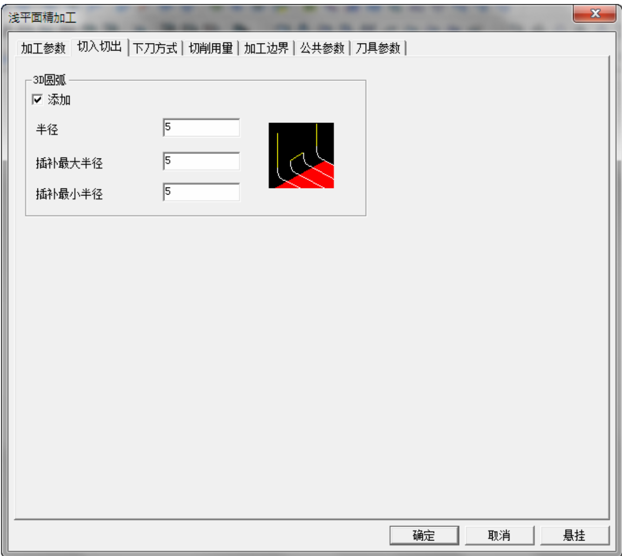


图 8-182　“切入切出”选项卡

3）单击“下刀方式”选项卡，勾选“抬刀最优化”，“安全距离”“慢速下刀距离”“退刀距离”“距离”参数数值如图 8-183 所示。

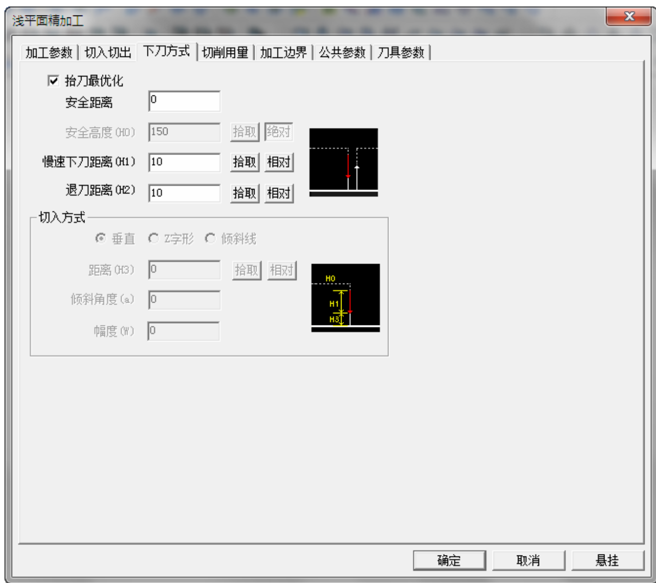


图 8-183 “下刀方式”选项卡

4）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-184 所示。

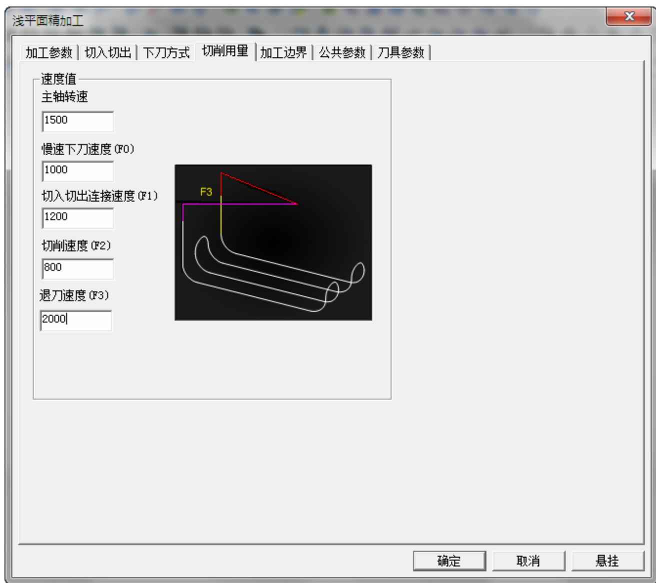


图 8-184 “切削用量”选项卡

5）单击“加工边界”选项卡，设置“相对于边界的刀具位置”为“边界外侧”，如图 8-185

所示。



图 8-185 “加工边界”选项卡

6）单击“公共参数”选项卡，勾选“使用起始点”，具体参数数值按照系统默认设置即可，如图 8-186 所示。

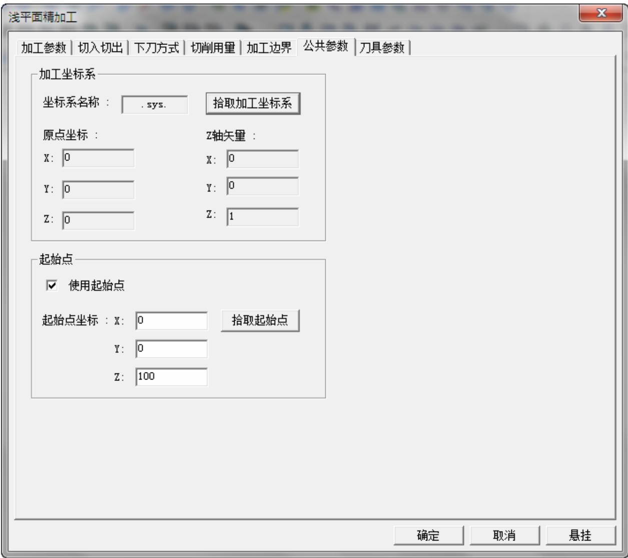


图 8-186 “公共参数”选项卡

7）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取加工对象”，直接拾取所有实体，并选择如图 8-187 所示的边线作为边界，单击鼠标右键结束拾取。

8）单击鼠标确认后系统开始计算，生成图 8-188 所示轨迹。

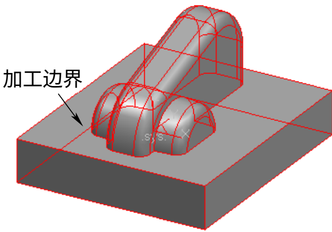


图 8-187　拾取的加工对象和边界

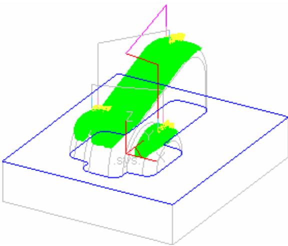


图 8-188　生成刀具轨迹

9）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

5．三维偏置精加工

1）选择下拉菜单“加工”→“精加工”→“三维偏置精加工”，弹出“三维偏置精加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“进行方向”为“边界→内侧”，其余选项都选为系统默认。“行距”“加工精度”“加工余量”参数数值如图 8-189 所示。

2）单击“切入切出”选项卡，取消“3D 圆弧”中“添加”复选框，如图 8-190 所示。



图 8-189　“加工参数”选项卡

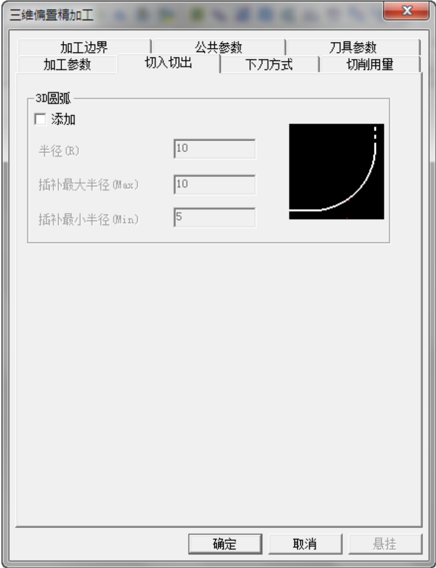


图 8-190　“切入切出”选项卡

3）单击“下刀方式”选项卡，勾选“抬刀最优化”按钮，设置“安全距离”“慢速下刀距离”“退刀距离”具体参数数值如图 8-191 所示。

4）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-192 所示。

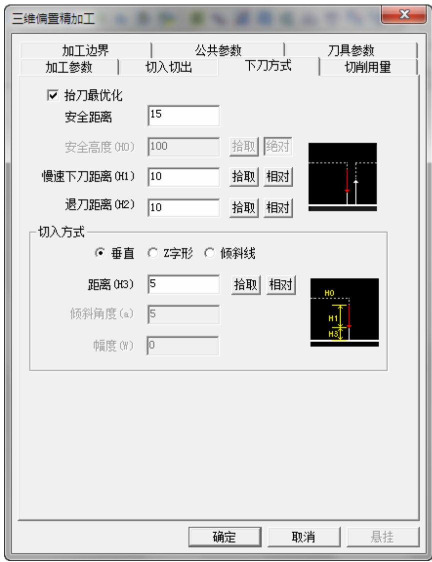


图 8-191 “下刀方式”选项卡

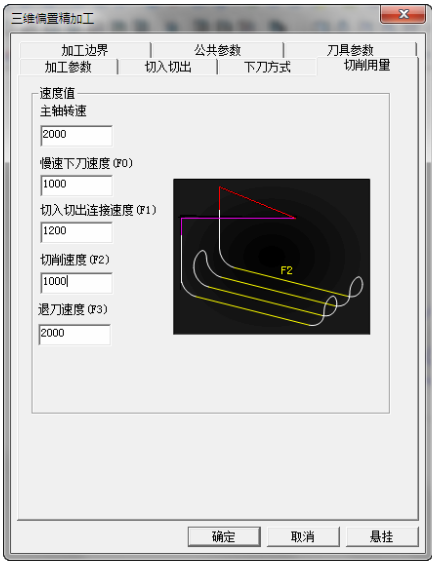


图 8-192 “切削用量”选项卡

5）单击“加工边界”选项卡，设置“相对于边界的刀具位置”为“边界外侧”，如图 8-193 所示。

6）单击“公共参数”选项卡，勾选“使用起始点”，具体参数数值按照系统默认设置即可。

7）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为 D6 球刀。“刀具参数”数值如图 8-194 所示。

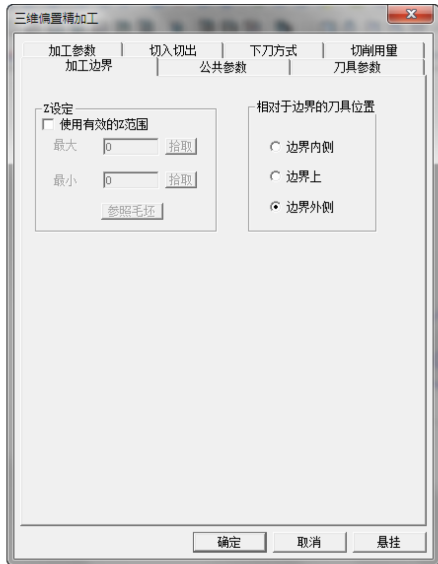


图 8-193 “加工边界”选项卡

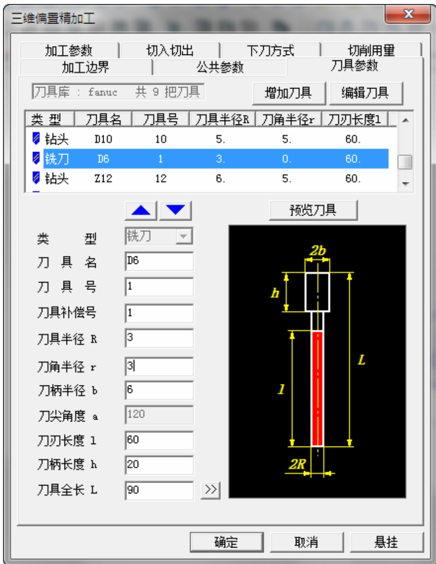


图 8-194 “刀具参数”选项卡

8）完成加工参数设置后，单击“ 确定 ”按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取加工对象 ”，拾取所有实体作为加工对象，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示“ 拾取加工边界 ”，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-195 所示。

9）单击鼠标右键确认后系统开始计算，生成图 8-196 所示轨迹。

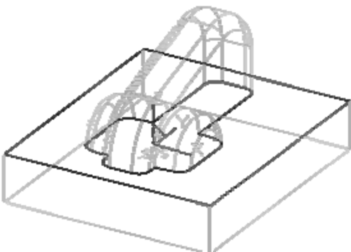


图 8-195　拾取的加工边界

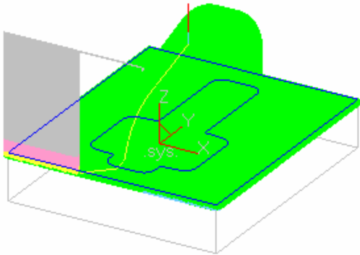


图 8-196　生成刀具轨迹

6．笔式清根加工

1）选择下拉菜单“ 加工 ”→“ 补加工 ”→“ 笔式清根加工 ”命令，弹出“ 笔式清根加工 ”对话框。单击“ 加工参数 ”选项卡，设置“ 加工方法 ”为“ 顺铣 ”，“ 加工方向 ”为“ 由外到里的单侧 ”，“ 计算类型 ”为“ 深模型 ”，其余参数数值如图 8-197 所示。

2）单击“ 切入切出 ”选项卡，在“ 3D 圆弧 ”中勾选“ 添加 ”，“ 半径 ”“ 插补最大半径 ”“ 插补最小半径 ”参数数值如图 8-198 所示。



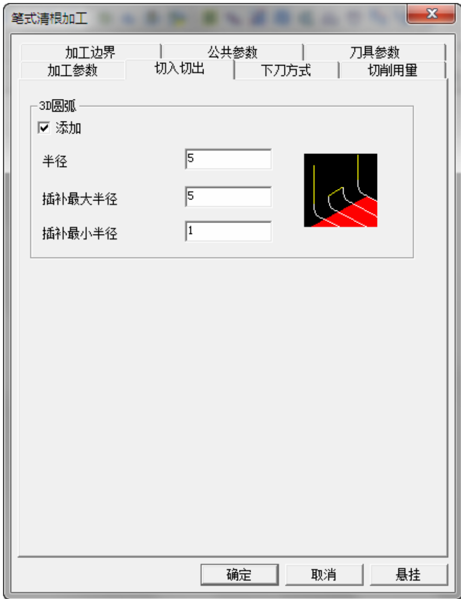


图 8-197　“ 加工参数 ”选项卡

图 8-198　“ 切入切出 ”选项卡

3）单击“ 下刀方式 ”选项卡，勾选“ 抬刀最优化 ”，设置“ 安全距离 ”“ 慢速下刀距离 ”

“ 退刀距离 ” 具体参数数值如图 8-199 所示。

4）单击 “ 切削用量 ” 选项卡，设置 “ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ” 具体参数数值如图 8-200 所示。

5）单击 “ 加工边界 ” 选项卡，设置 “ Z 设定 ” 为系统默认，“ 相当于边界的刀具位置 ” 为 “ 边界上 ”。

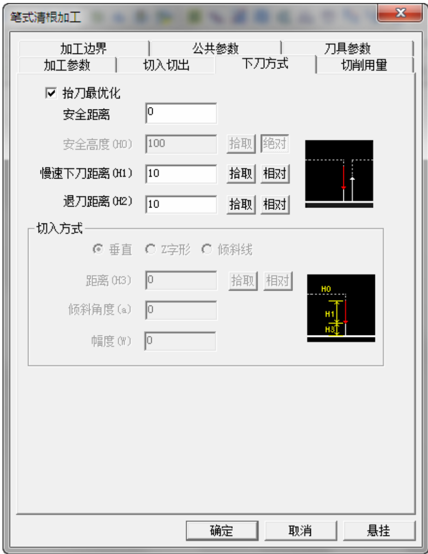


图 8-199　“ 下刀方式 ” 选项卡

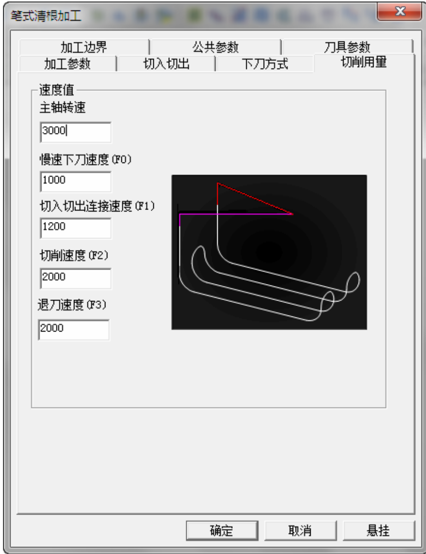


图 8-200　“ 切削用量 ” 选项卡

6）单击 “ 公共参数 ” 选项卡，勾选 “ 使用起始点 ”，具体 “ 起始点坐标 ” 参数数值如图 8-201 所示。

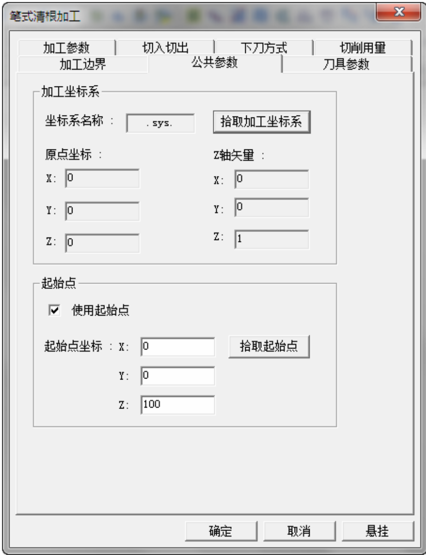


图 8-201　“ 公共参数 ” 选项卡

7）单击“刀具参数”选项卡，选择“增加刀具”按钮，系统弹出“刀具定义”对话框，设置刀具参数如图 8-202 所示。“刀夹具参数”设置为系统默认，然后单击“确定”按钮，刀具便增加到了刀具库中。

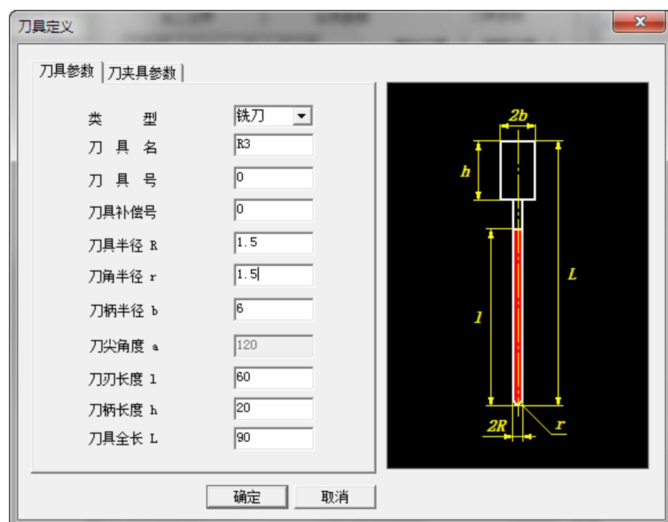


图 8-202 “刀具定义”对话框

8）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取加工对象”，拾取整个实体为加工对象，如图 8-203 所示，单击鼠标右键结束拾取。系统提示“拾取加工边界”，直接单击鼠标右键。

9）确认后系统开始计算，生成图 8-204 所示轨迹。

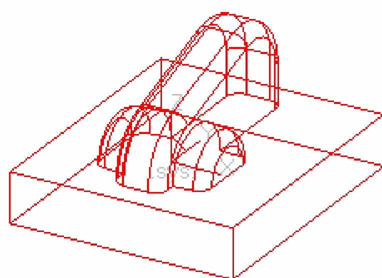


图 8-203 拾取的加工对象

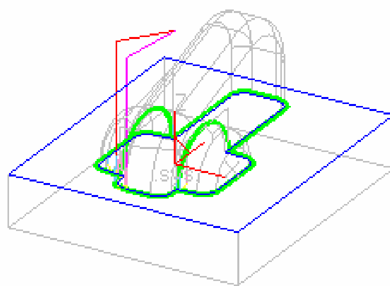


图 8-204 生成刀具轨迹

8.5.3 后置处理

1）选择“加工”→“后置处理”→“机床后置”命令，弹出“机床后置”对话框，在“当前机床”栏中选择“fanuc”，如图 8-205 所示。

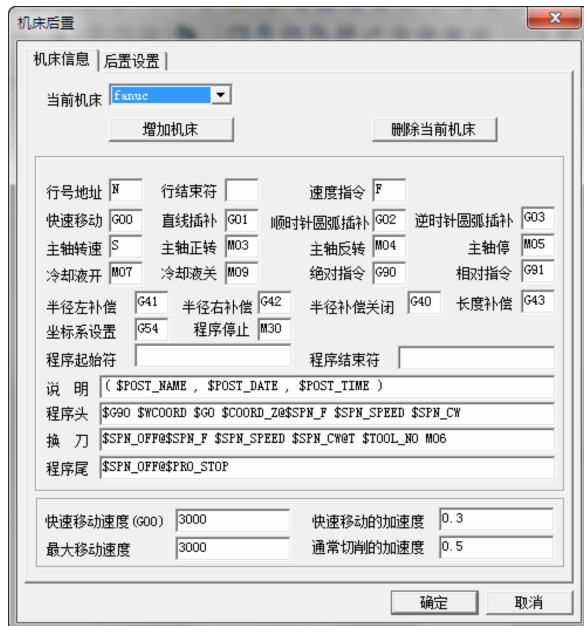


图 8-205 “机床后置”对话框

2）选择“后置设置”选项卡，根据当前的机床，设置各参数，如图 8-206 所示。

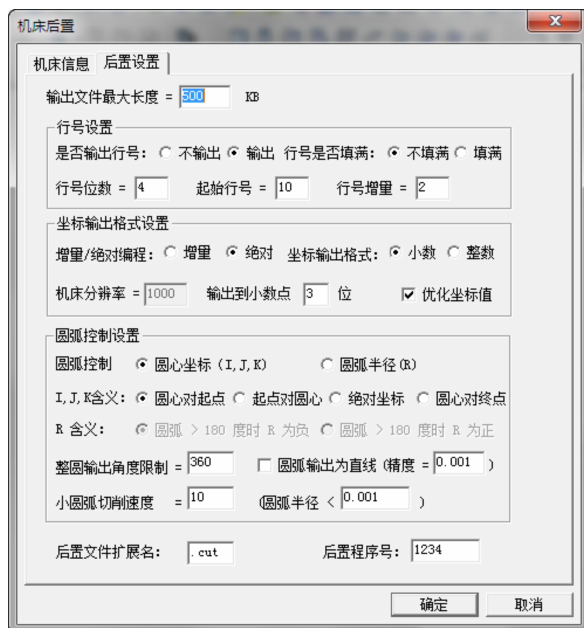


图 8-206 “后置设置”对话框

3）选择下拉菜单“加工”→“后置处理”→“生成 G 代码”命令，系统自动弹出“生成后置代码”对话框。根据自己的意愿选择存取后置文件（∗.cut）的地址。并要求用户填写后置程序文件名，可对其进行编辑，如图 8-207 所示。

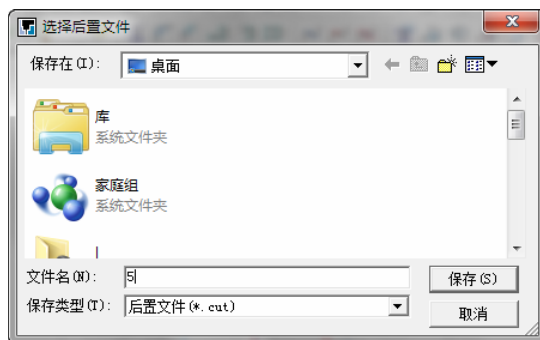
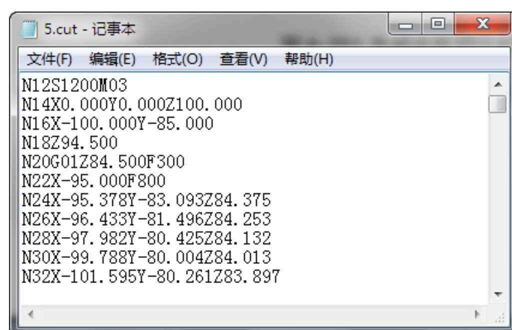


图 8-207　选择后置文件对话框

4）输入文件名后选择“保存”按钮，系统提示“拾取加工轨迹”，应按顺序依次拾取加工轨迹。当拾取到加工轨迹后，该加工轨迹变为被拾取颜色。单击鼠标右键结束拾取，系统即生成数控程序。该程序是“记事本”文件，如图 8-208 所示。拾取时可使用系统提供的拾取工具，可以同时拾取多个加工轨迹，被拾取轨迹的代码将生成在一个文件当中，生成的先后顺序与拾取的先后顺序相同。

5）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，保存所创建的加工文件。




```
N12S1200M03
N14X0.000Y0.000Z100.000
N16X-100.000Y-85.000
N18Z94.500
N20G01Z84.500F300
N22X-95.000F800
N24X-95.378Y-83.093Z84.375
N26X-96.433Y-81.496Z84.253
N28X-97.982Y-80.425Z84.132
N30X-99.788Y-80.004Z84.013
N32X-101.595Y-80.261Z83.897
```

图 8-208　生成的数控代码

8.6　四轴加工仿真实例

8.6.1　零件 CAD 造型

如图 8-209 所示的四轴零件，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

四轴零件具体建模步骤如下：

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

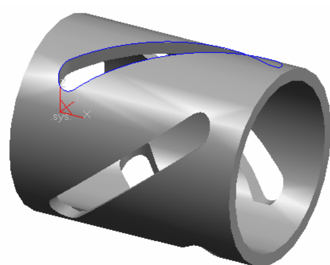


图 8-209　四轴零件

2．绘制圆

1）选择 YZ 后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表示已经处于草图工作状态，如图 8-210 所示。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮，选取“圆心_半径”画圆方式，输入圆心为（0，0），半径分别为 35mm、40mm，完成操作，如图 8-211 所示。



图 8-210　选择草图平面

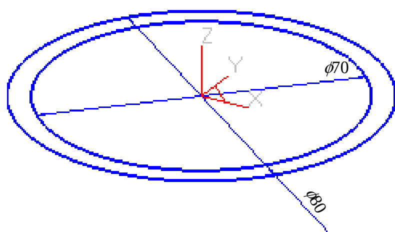


图 8-211　绘制圆

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

3．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 100，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮，结果如图 8-212 所示。



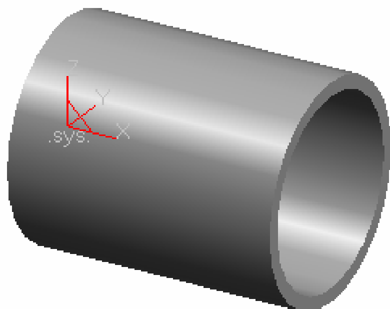


图 8-212　创建拉伸增料

4．创建实体面

1）选择下拉菜单“设置”→“层设置”命令，弹出“图层管理”对话框，单击“新建图层”命令，新建一个图层，并单击“当前图层”按钮，将其设置为当前图层，如图 8-213 所示。

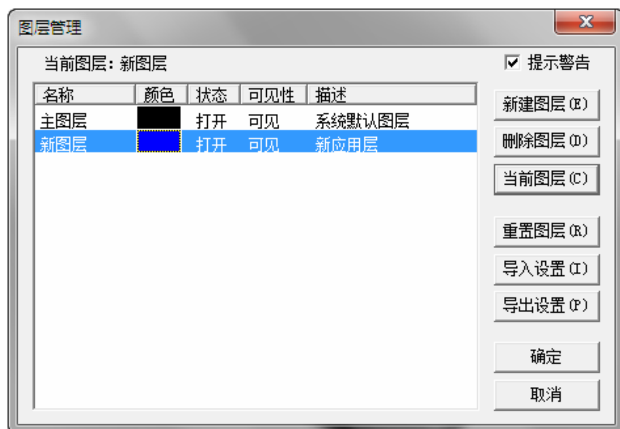


图 8-213 “图层管理”对话框

2）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“实体表面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“实体表面”按钮，按提示拾取外圆柱表面，单击鼠标右键结束，结果如图 8-214 所示。

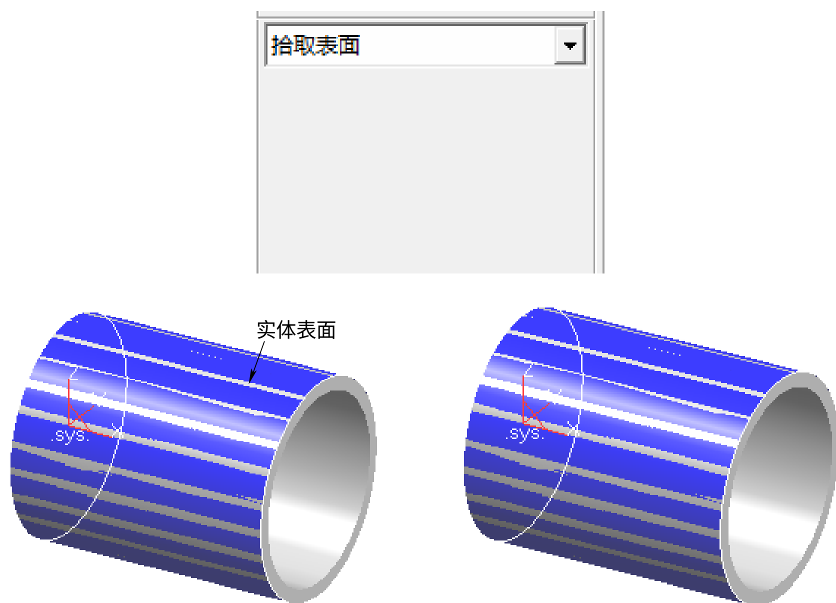


图 8-214　创建实体表面

3）选择下拉菜单“设置”→“层设置”命令，弹出“图层管理”对话框，选择“主图层”为当前图层，将上一步“新图层”隐藏，如图 8-215 所示。

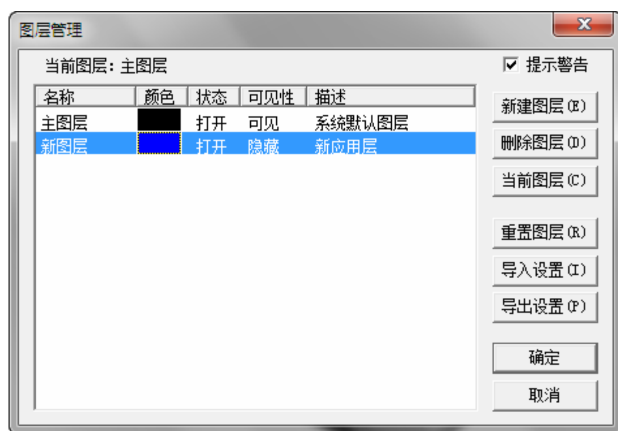
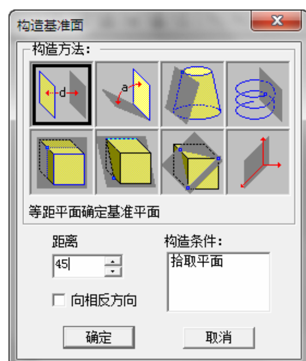


图 8-215　隐藏图层

5．绘制草图

1）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“基准面”命令，弹出“构造基准面”对话框，选择 XY 平面，设置距离 45mm，单击“确定”按钮完成基准面创建，如图 8-216 所示。



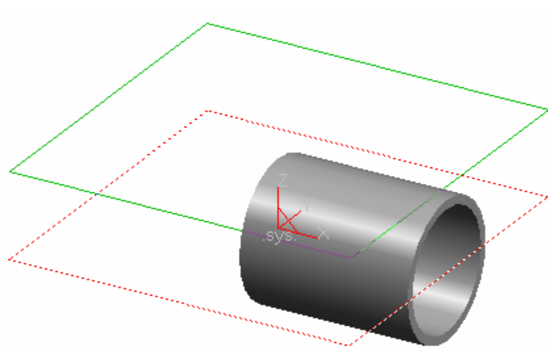


图 8-216　创建基准面

2）在“零件设计”特征树中选择上一步所创建的基准面，单击“绘制草图”按钮，进入草图绘制状态。

3）选择草图中直线、圆弧、修剪等工具，绘制如图 8-217 所示的草图。

4）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

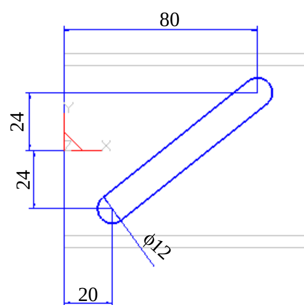


图 8-217　绘制草图

6．创建拉伸除料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“拉伸”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸除料”按钮，弹出“拉伸除料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 30，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮，结果如图 8-218 所示。



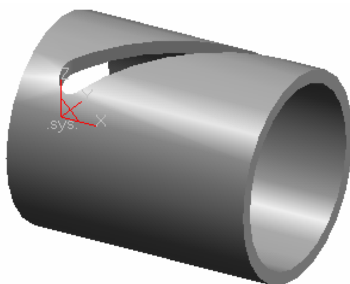
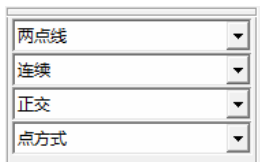


图 8-218　创建拉伸除料特征

7．创建环形阵列

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“直线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“直线”按钮，在立即菜单中选取“两点线”方式，捕捉原点，绘制一条任意长的直线，如图 8-219 所示。



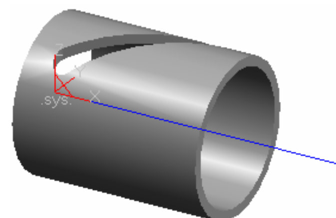


图 8-219　绘制直线

2）选择下拉菜单“造型”→“特征

生成 ”→“ 线性阵列 ” 命令，或者单击 “ 特征生成栏 ” 工具栏上的 “ 环形阵列 ” 按钮，弹出 “ 环形阵列 ” 对话框，拾取阵列对象和边/基准轴，填入角度和数目，单击 “ 确定 ” 按钮，结果如图 8-220 所示。

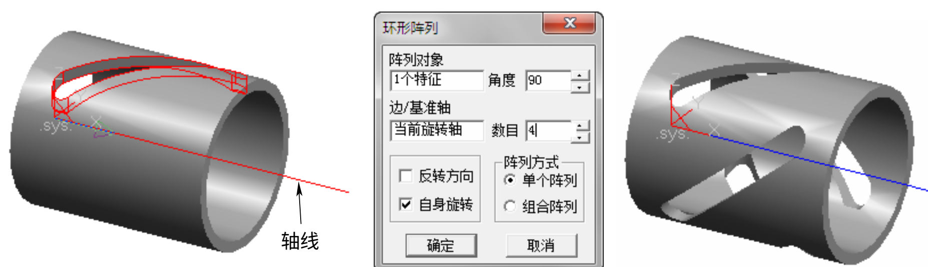


图 8-220　创建环形阵列

3）选择上一步创建的直线，按 Delete 键删除直线。

8.6.2　零件 CAM 仿真加工

1．创建实体边界

选择下拉菜单 “ 造型 ”→“ 曲线生成 ”→“ 相关线 ” 命令，或者单击 “ 曲线生成栏 ” 工具栏上的 “ 相关线 ” 按钮，选取 “ 实体边界 ” 方式，实体槽的外封闭边线，如图 8-221 所示。

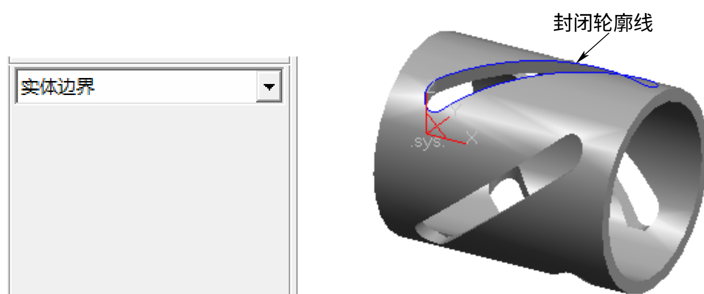
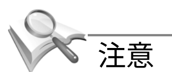


图 8-221　创建实体边界

2．四轴平切面加工

1）选择下拉菜单 “ 加工 ”→“ 多轴加工 ”→“ 四轴平切面加工 ”，弹出 “ 四轴平切面加工 ” 对话框。单击 “ 四轴平切面加工 ” 选项卡，设置 “ 旋转轴 ” 为 “ X 轴 ”，“ 行距定义方式 ” 为 “ 环切加工 ”，“ 走刀方式 ” 为 “ 往复 ”，“ 边界保护 ” 为 “ 不保护 ”，勾选 “ 优化 ”。其他参数数值如图 8-222 所示。



最小刀轴转角不应设置太大。刀轴转角指的是相邻两个刀轴间的夹角。最小刀轴转角限制的是两个相邻刀位点之间刀轴转角必须大于此数值，如果小了，就会忽略掉。

2）单击“进退刀方式”选项卡，按系统默认方式设置“进刀方式”和“退刀方式”均为“垂直”。

3）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”具体参数数值如图 8-223 所示。

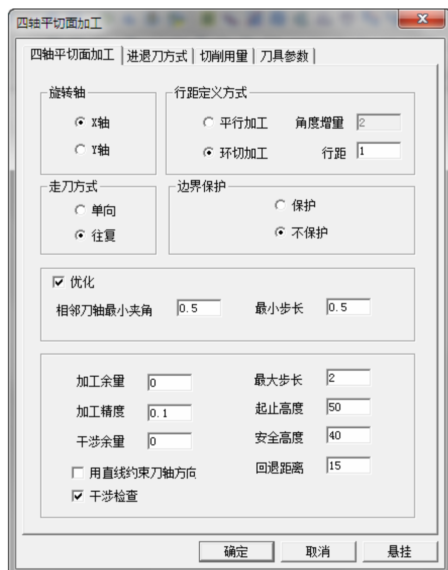


图 8-222 “四轴平切面加工”选项卡

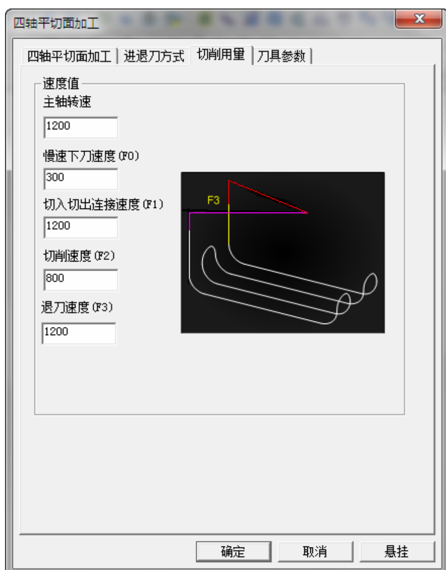


图 8-223 “切削用量”选项卡

4）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为“R5”球头铣刀。具体“刀具参数”数值如图 8-224 所示。

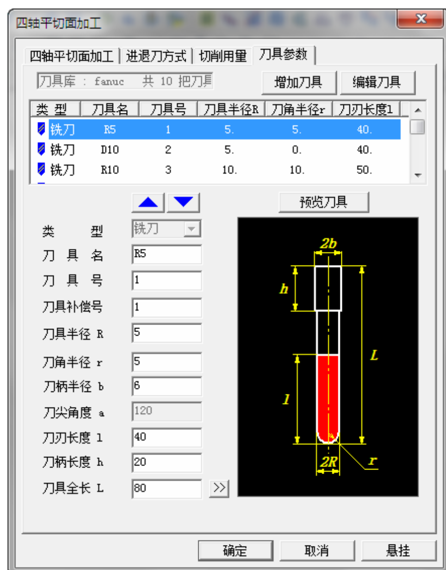


图 8-224 “刀具参数”选项卡

5）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取加工对象”，直接拾取圆柱体的表面，拾取表面的边界立即变为红色，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示

“ 拾取进刀点 ”，拾取圆柱体端面大圆上的点，然后系统继续提示 “ 选择加工侧 ”，同时在圆柱体表面又出现了一对背向箭头，如图 8-225 所示。

6）系统接着提示 “ 选择加工侧 ”，同时在圆柱体表面又出现了一对背向箭头，选择如图 8-226 所示的加工侧。

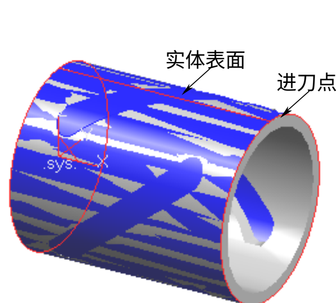


图 8-225　拾取的加工对象

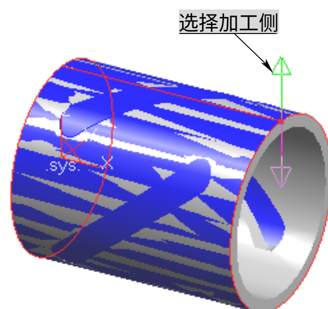


图 8-226　选择加工侧

7）根据提示单击指向圆柱体表面外的箭头，选择后系统接着提示 “ 选择走刀方向 ”，同时在圆柱体表面又出现了一对背向箭头，选择如图 8-227 所示的走刀方向。

8）单击鼠标左键选择顺时针方向为走刀方向。系统又弹出提示 “ 选择需要改变加工侧的曲面 ”，注意要保证加工侧的箭头指向圆柱表面的外侧，如图 8-228 所示。

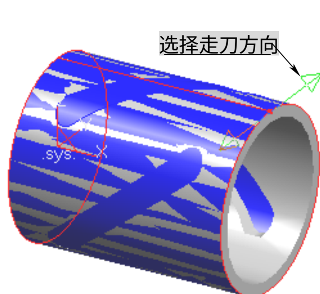


图 8-227　选择走刀方向

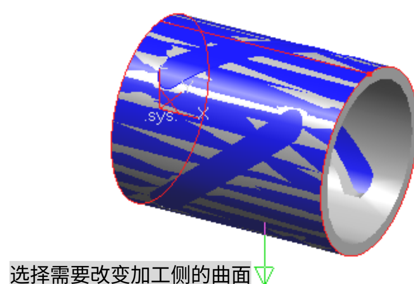


图 8-228　改变加工侧的曲面

9）选择后单击鼠标右键，确认后系统开始计算，生成图 8-229 所示轨迹。

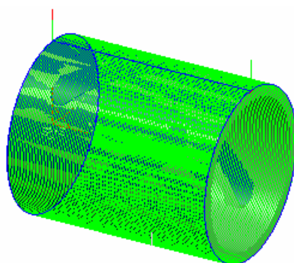


图 8-229　生成刀具轨迹

10）在 “ 加工管理 ” 树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取 “ 隐藏 ” 命令，刀具轨迹就被隐藏了。

3．四轴柱面曲线加工

1）选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“四轴柱面曲线加工”命令，弹出“四轴柱面曲线加工”对话框。单击“四轴曲线加工”选项卡，设置“旋转轴”为“X 轴”，“加工方向”为“顺时针”，“走刀方式”为“往复”，“偏置选项”为“右偏”，“连接”为“直线”，其他参数数值如图 8-230 所示。


注意

生成四轴加工轨迹时，下刀点与拾取曲线的位置有关，在曲线的哪一端拾取，就会在曲线的哪一端点下刀。生成轨迹后如想改变下刀点，则可以不用重新生成轨迹，而只需双击轨迹树中的加工参数，在加工方向中的“顺时针”和“逆时针”两项之间进行切换即可改变下刀点。

2）单击“接近返回”选项卡，设置“接近方式”和“返回方式”均为“圆弧”，“半径”均设为 5，具体如图 8-231 所示。

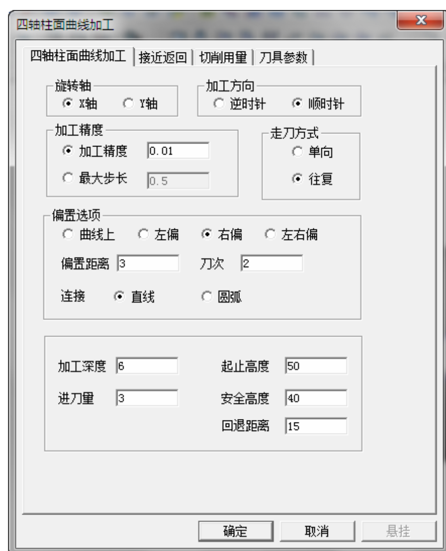


图 8-230　“四轴柱面曲线加工”对话框

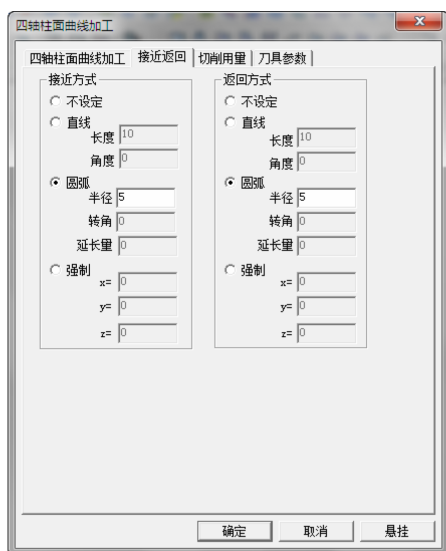


图 8-231　“接近返回”选项卡

3）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”参数数值如图 8-232 所示。

4）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为“D5”的铣刀，“刀具参数”数值如图 8-233 所示。

5）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取曲线”，并“确定链搜索方向”为逆时针方向，如图 8-234 所示。

6）单击选择方向后，系统接着提示“选取加工侧边”，直接点击指向圆柱表面的箭头，如图 8-235 所示。

7）单击拾取加工侧边方向后系统提示开始计算，生成图 8-236 所示轨迹。

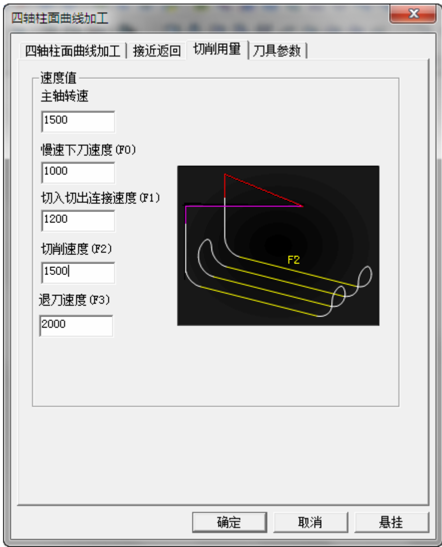


图 8-232 “ 切削用量 ” 选项卡

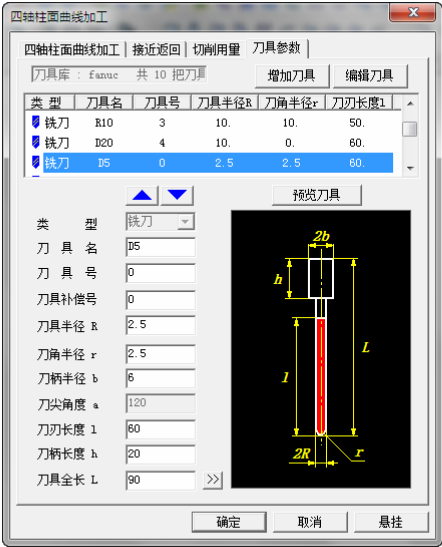


图 8-233 “ 刀具参数 ” 选项卡

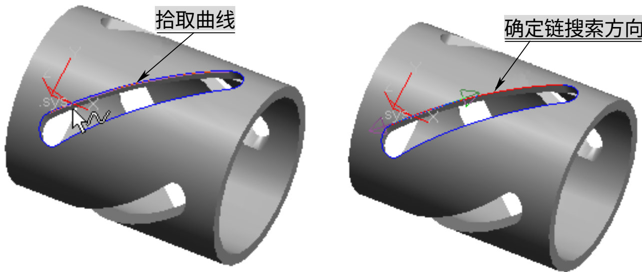


图 8-234 拾取的加工曲线及方向

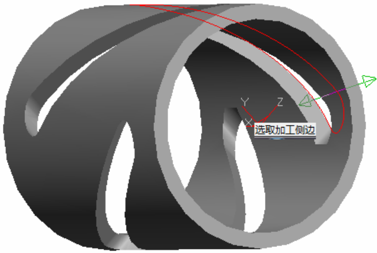


图 8-235 选取的加工侧边

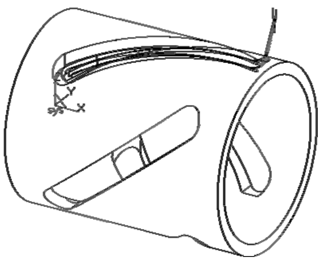


图 8-236 生成刀具轨迹

8.6.3 后置处理

1）选择 “ 加工 ” → “ 后置处理 2 ” → “ 后置设置 ” 命令，弹出 “ 选择后置配置文件 ” 对

话框，如图 8-237 所示。



图 8-237 “ 选择后置配置文件 ” 对话框

2）可以选中如图 8-237 所示的机床后置类型，然后单击 “ 编辑 ” 按钮打开 “ CAXA 后置配置 ”对话框，对该类型进行编辑、修改以生成适合自己机床类型的后置配置文件，如图 8-238 所示。编辑后单击 “ 保存 ” 按钮即可。

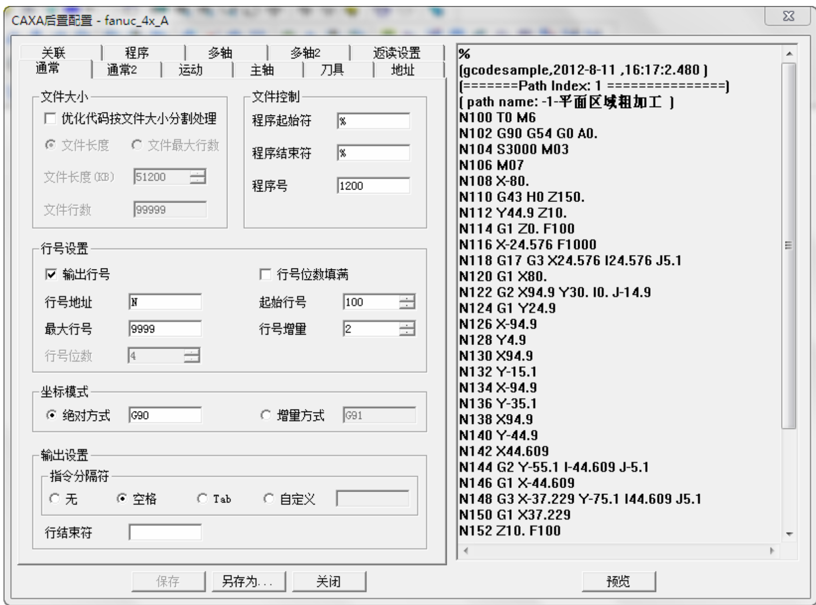


图 8-238 “ CAXA 后置配置 ” 对话框

3）选择下拉菜单 “ 加工 ” → “ 后置处理 2 ” → “ 生成 G 代码 ” 命令，系统自动弹出 “ 生成后置代码 ” 对话框，选取 “ 拾取轨迹后置 ”，并选择如图 8-239 所示数控加工系统。

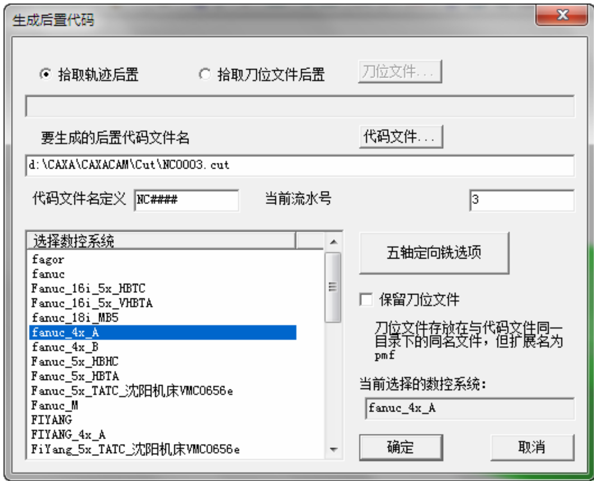


图 8-239 “生成后置代码”对话框

4）单击“确定”按钮后，按系统提示分别拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键确定，系统自动弹出数控程序，如图 8-240 所示。

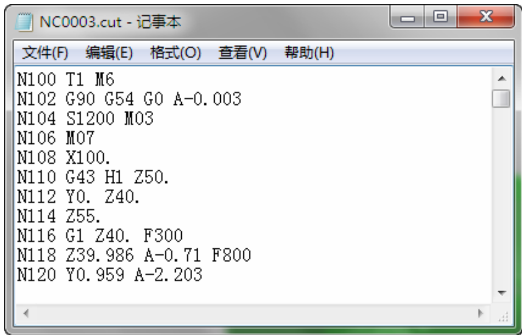


图 8-240 生成的 G 代码

5）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，保存所创建的加工文件。

8.7 五轴加工仿真实例

8.7.1 零件 CAD 造型

如图 8-241 所示的五轴零件，材料为 45 钢，要求绘制图形并进行数控加工仿真。

五轴零件具体建模步骤如下：

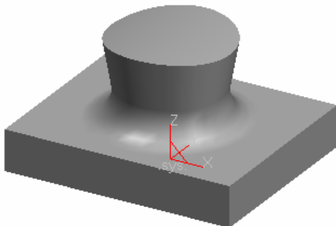


图 8-241 五轴零件

1．启动 CAXA 制造工程师

双击桌面上的“CAXA 制造工程师 2011”图标，启动 CAXA 制造工程师。

2．绘制矩形

1）选择 YZ 后，单击“绘制草图”按钮，在特征树下系统自动产生一个草图特征，表

示已经处于草图工作状态，如图 8-242 所示。

2）选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 曲线生成 ” → “ 矩形 ” 命令，或者单击 “ 曲线生成栏 ” 工具栏上的 “ 矩形 ” 按钮，选取 “ 两点矩形 ” 方式，绘制矩形并标注尺寸如图 8-243 所示。

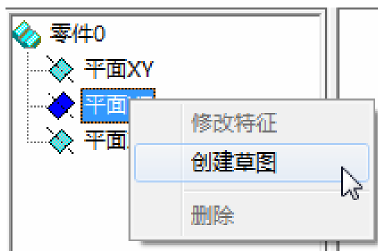


图 8-242　选择草图平面

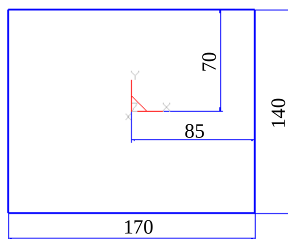
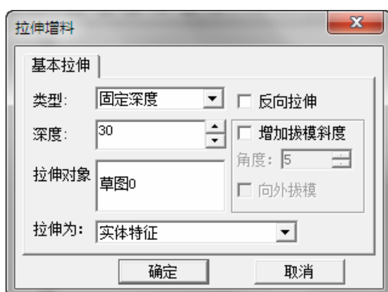


图 8-243　绘制矩形

3）单击 “ 绘制草图 ” 按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

3．创建拉伸增料

选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 特征生成 ” → “ 增料 ” 命令，或者单击 “ 特征生成栏 ” 工具栏上的 “ 拉伸增料 ” 按钮，弹出 “ 拉伸增料 ” 对话框，选取 “ 固定深度 ” 拉伸类型，填入深度 30，拾取上一步创建的草图，单击 “ 确定 ” 按钮完成操作，如图 8-244 所示。



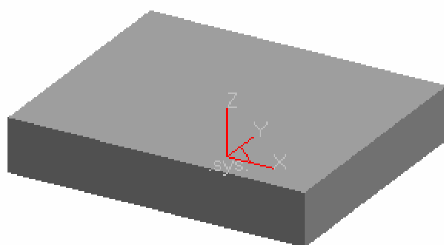


图 8-244　创建拉伸增料

4．绘制圆

1）在图形区选择如图 8-245 所示的实体表面，单击 “ 绘制草图 ” 按钮，进入草图绘制状态。

2）选择下拉菜单 “ 造型 ” → “ 曲线生成 ” → “ 圆 ” 命令，或者单击 “ 曲线生成栏 ” 工具栏上的 “ 圆 ” 按钮，选取 “ 圆心_半径 ” 画圆方式，输入圆心为（0，0），半径为 35mm，结果如图 8-246 所示。

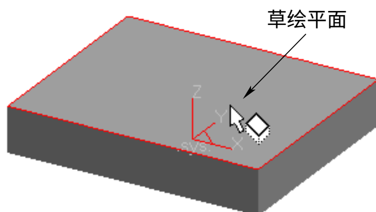


图 8-245　选择草绘平面

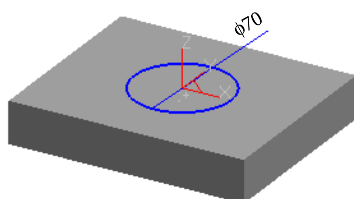
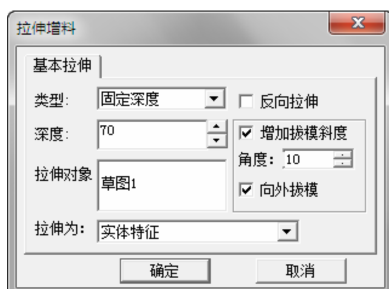


图 8-246　绘制圆

3）单击“绘制草图”按钮，退出草图模式，完成草图绘制。

5．创建拉伸增料

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“增料”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“拉伸增料”按钮，弹出“拉伸增料”对话框，选取“固定深度”拉伸类型，填入深度 70，选中“增加拔模斜度”复选框，拾取上一步创建的草图，单击“确定”按钮，结果如图 8-247 所示。



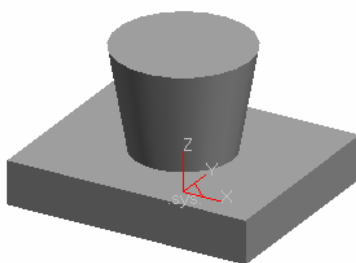


图 8-247 创建拉伸增料

6．创建圆角

选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“过渡”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“过渡”按钮，弹出“过渡”对话框，填入半径 20mm，拾取如图 8-248 所示的边线为过渡的元素，单击“确定”按钮。



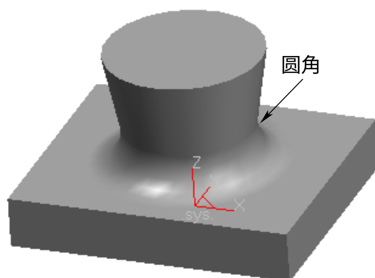


图 8-248 创建圆角

7．绘制圆弧

1）按 F9 键显示坐标轴，选择 ZX 平面为绘图平面。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆弧”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆弧”按钮，选取“三点圆弧”画圆弧方式，输入点坐标分别为（–100，0，70），（0，0，90），（100，0，70），绘制圆弧，如图 8-249 所示。

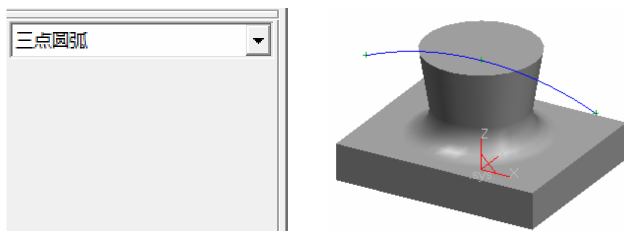


图 8-249　创建圆弧

8．创建扫描曲面

1）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择“Y 轴正方向”为扫描方向，依次拾取上一步所创建曲线，扫描面生成，如图 8-250 所示。

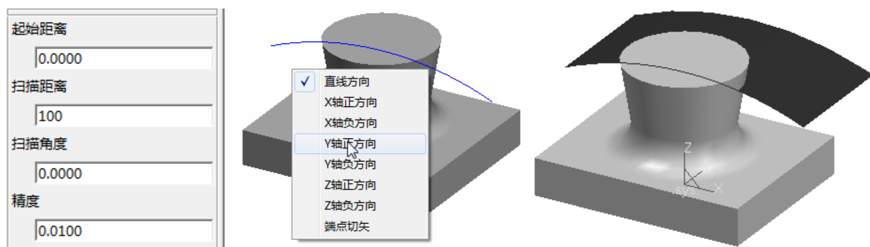


图 8-250　创建扫描曲面

2）选择下拉菜单“造型”→“曲面生成”→“扫描面”命令，或者单击“曲面生成栏”工具栏上的“扫描面”按钮，填入起始距离、扫描距离、扫描角度和精度等参数，按空格键弹出矢量工具，选择“Y 轴负方向”为扫描方向，依次拾取上一步所创建曲线，扫描面生成，如图 8-251 所示。

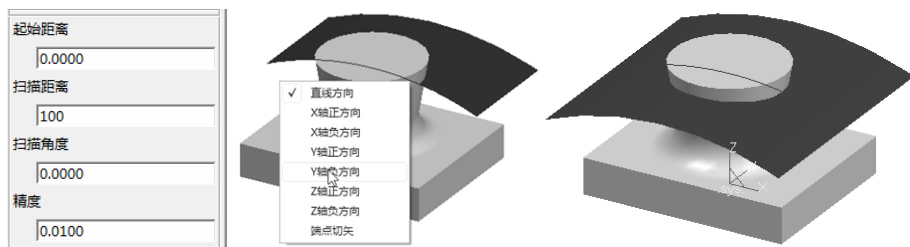


图 8-251　创建扫描曲面

9．创建缝合曲面

选择下拉菜单“造型”→“曲面编辑”→“曲面缝合”命令，或者单击“线面编辑栏”工具栏上的“曲面缝合”按钮，在立即菜单中选择“平均切矢”缝合方式，依次对如图 8-252 所示的曲面进行缝合。

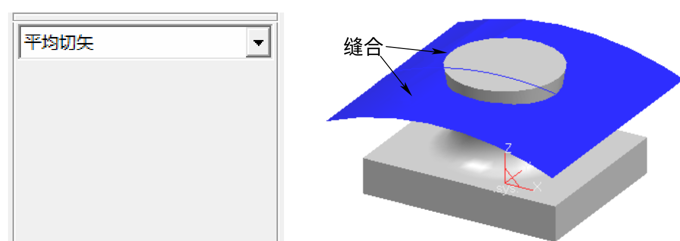


图 8-252　缝合曲面

10．创建曲面裁剪除料

1）选择下拉菜单“造型”→“特征生成”→“除料”→“曲面裁剪”命令，或者单击“特征生成栏”工具栏上的“曲面裁剪除料”按钮，弹出“曲面裁剪除料”对话框，选取上一步缝合后的曲面，单击“确定”按钮，结果如图 8-253 所示。

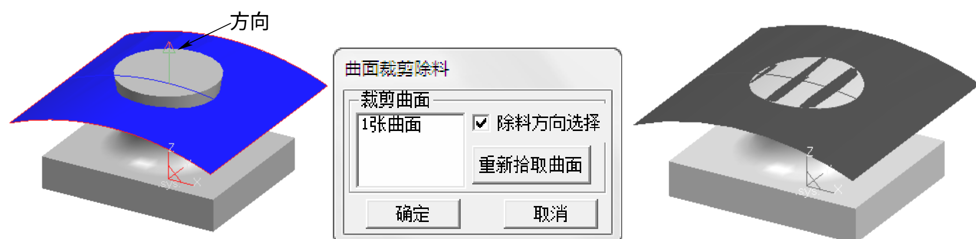


图 8-253　曲面裁剪除料

2）选择曲面和圆弧，按 Delete 键删除，如图 8-254 所示。

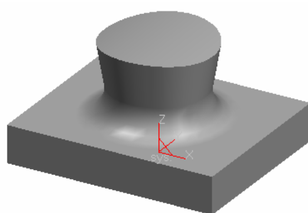


图 8-254　删除后模型

8.7.2　零件 CAM 仿真加工

1．创建加工辅助线

1）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“相关线”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“相关线”按钮，选取“实体边界”方式，创建如图 8-255 所示的实体边界。

2）选择下拉菜单“造型”→“曲线生成”→“圆”命令，或者单击“曲线生成栏”工具栏上的“圆”按钮，选取“圆心_半径”画圆方式，输入圆心为（0，0，100），半径为 120mm，

结果如图 8-256 所示。



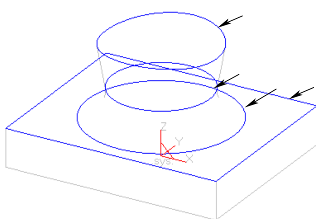


图 8-255　创建实体边界图

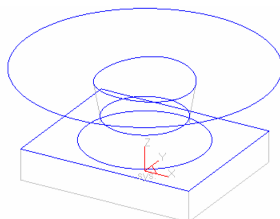


图 8-256　创建圆

2．设置加工工件

1）双击“加工管理”中的“毛坯”标识，系统弹出“定义毛坯”对话框，如图 8-257 所示。

2）设置毛坯形状为立方体，选中“参照模型”，单击“参照模型”按钮，勾选“显示毛坯”，以在显示窗口中以线框形式显示毛坯，单击“定义毛坯”对话框中的“确定”按钮，完成加工工件设置，如图 8-258 所示。

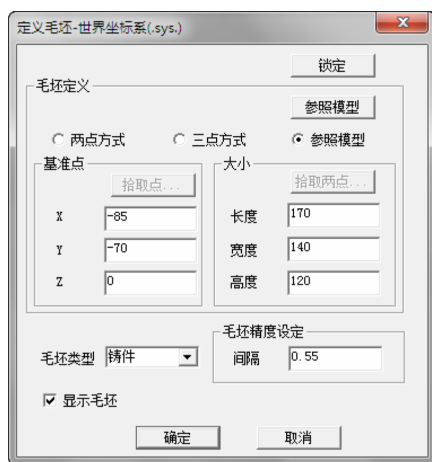


图 8-257　“定义毛坯”对话框

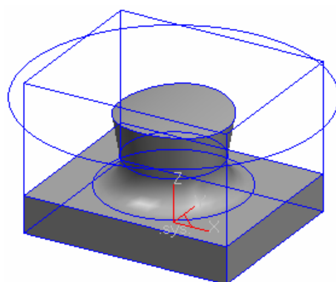


图 8-258　设置的工件

3．等高线粗加工

1）选择下拉菜单“加工”→“粗加工”→“等高线粗加工”或单击“等高线粗加工”按钮，弹出“等高线粗加工”对话框。单击“加工参数 1”选项卡，设置“加工方向”为“顺铣”，“Z 切入”为“层高”，“XY 切入”为“行距”，“切削模式”为“环切”，“行间连接方式”为“圆弧”，“加工顺序”为“XY 优先”。“层高”“行距”“加工精度”“加工余量”参数数值如图 8-259 所示。

2）单击“加工参数 2”选项卡，设置“区域切削类型”为“抬刀切削混合”，“稀疏化加工”和“执行平坦部识别”选系统默认，具体如图 8-260 所示。

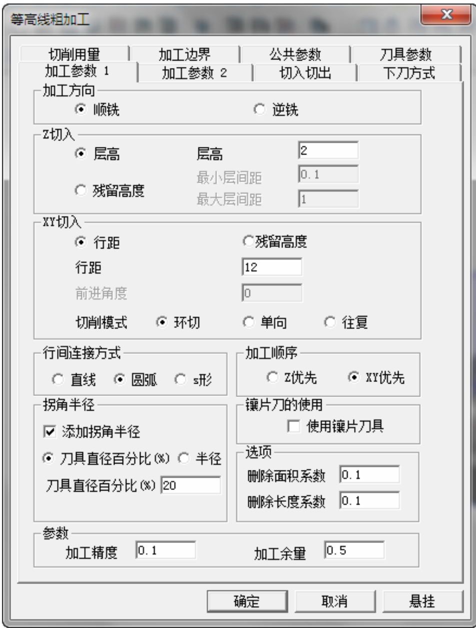


图 8-259 “ 加工参数 1 ” 选项卡



图 8-260 “ 加工参数 2 ” 选项卡

3）单击 “ 切入切出 ” 选项卡，设置 “ 方式 ” 为 “ 螺旋 ”，具体参数如图 8-261 所示。

4）单击 “ 下刀方式 ” 选项卡，“ 安全高度 ”“ 慢速下刀距离 ”“ 退刀距离 ”“ 距离 ” 参数数值如图 8-262 所示。

5）单击 “ 切削用量 ” 选项卡，设置 “ 主轴转速 ”“ 慢速下刀速度 ”“ 切入切出连接速度 ”“ 切削速度 ”“ 退刀速度 ” 参数数值如图 8-263 所示。

6）单击 “ 加工边界 ” 选项卡，取消 “ 使用有效的 Z 范围 ”，设置 “ 相对于边界的刀具位置 ” 为 “ 边界外侧 ”，“ 最大 ”、“ 最小 ” 参数数值如图 8-264 所示。

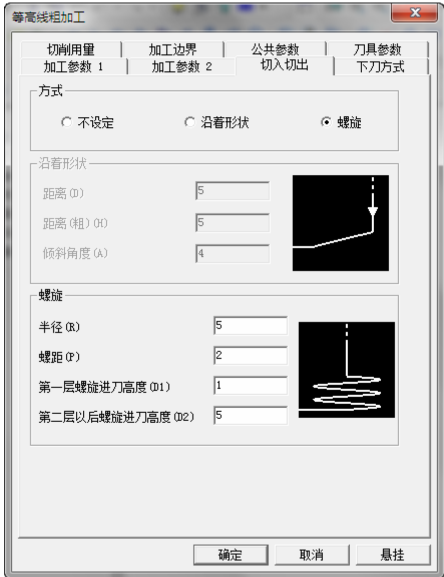


图 8-261 “ 切入切出 ” 选项卡

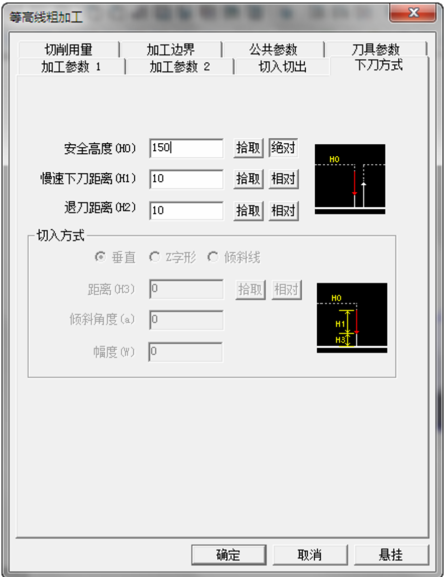


图 8-262 “ 下刀方式 ” 选项卡

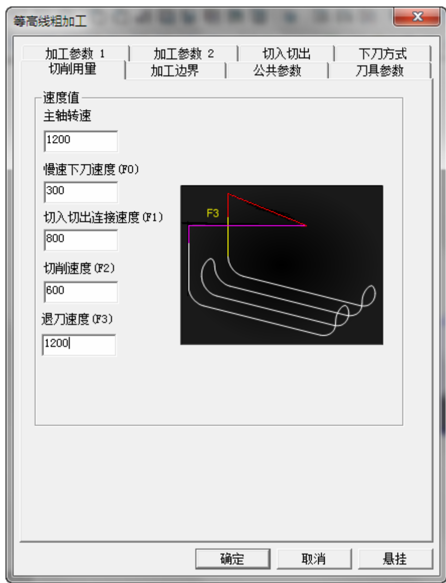


图 8-263 “ 切削用量 ” 选项卡

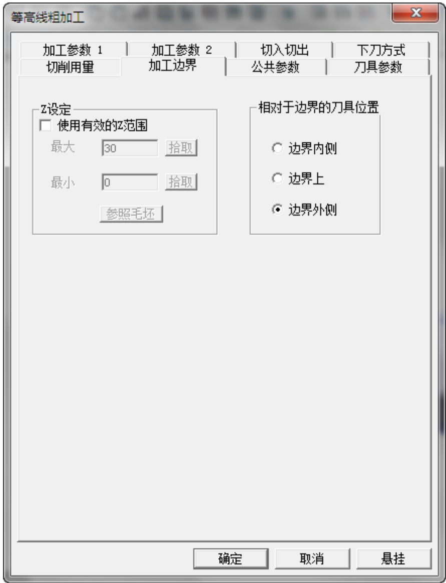


图 8-264 “ 加工边界 ” 选项卡

7）单击 “ 公共参数 ” 选项卡，勾选 “ 使用起始点 ”，具体 “ 起始点坐标 ” 参数数值如图 8-265 所示。

8）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，单击 “ 增加刀具 ” 按钮，设置刀具名为 D20R4，D 代表刀具直径，R 代表刀具半径的平底刀，其他 “ 刀具参数 ” 数值如图 8-266 所示。

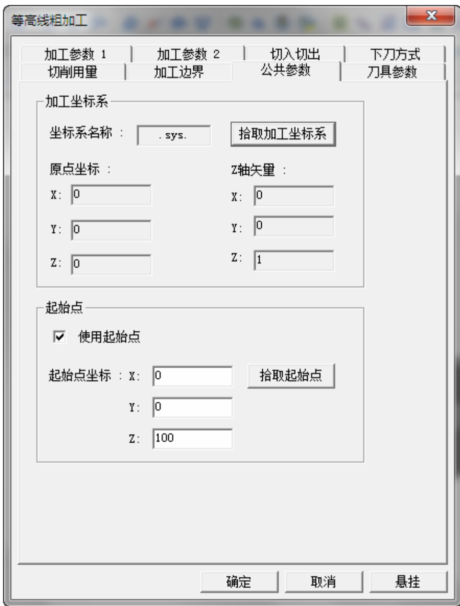


图 8-265 “ 公共参数 ” 选项卡

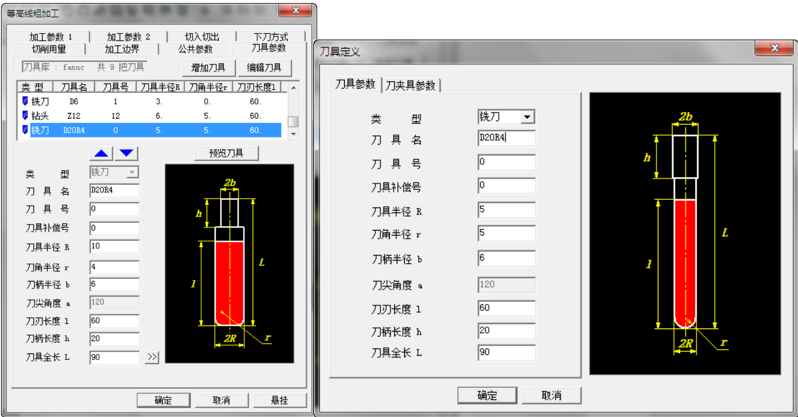


图 8-266 “刀具参数”选项卡

9）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取加工对象”，按 W 键拾取所有图元，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示“拾取加工边界”，单击鼠标右键结束拾取，如图 8-267 所示。

10）单击鼠标右键确认后系统开始计算，生成图 8-268 所示轨迹。

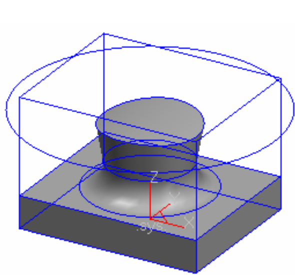


图 8-267　拾取的加工对象

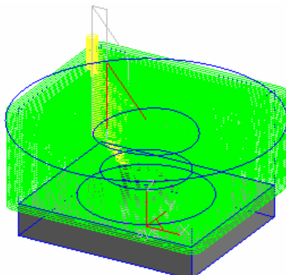


图 8-268　生成刀具轨迹

11）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

4．五轴曲面区域精加工顶面

1）选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴曲面区域加工”命令，弹出“五轴曲面区域加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，设置“走刀方式”为“环切加工”和“从里向外”，其他参数如图 8-269 所示。

2）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”参数数值如图 8-270 所示。

3）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为 D6 球铣刀，其他“刀具参数”数值如图 8-271 所示。

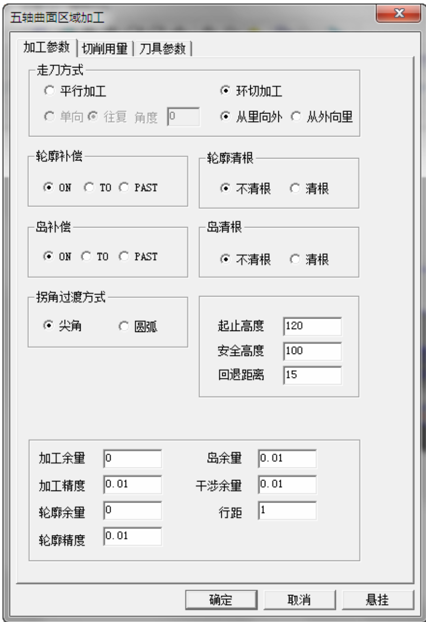


图 8-269 “ 加工参数 ” 选项卡

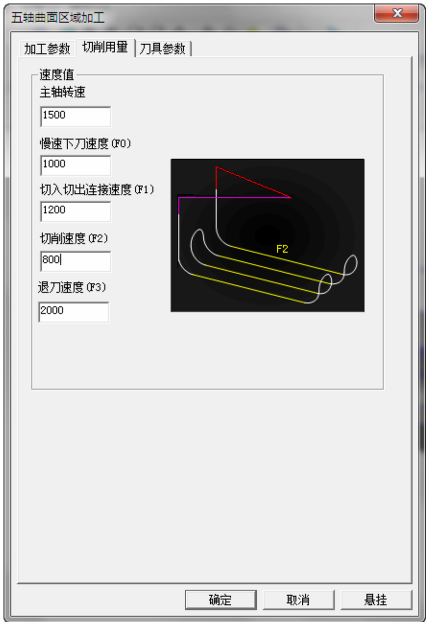


图 8-270 “ 切削用量 ” 选项卡

4）完成加工参数设置后，单击 “ 确定 ” 按钮，系统在界面的左下方提示 “ 拾取加工对象 ”，直接拾取如图 8-272 所示的整个实体，并单击鼠标右键结束选取。系统继续提示 “ 拾取轮廓 ”，直接拾取图 8-273 所示的轮廓曲线，确定链搜索的方向。

5）系统接着提示 “ 拾取岛屿 ”“ 拾取干涉曲面 ”“ 拾取参考曲面 ”，单击鼠标右键后系统开始计算，生成轨迹如图 8-274 所示。

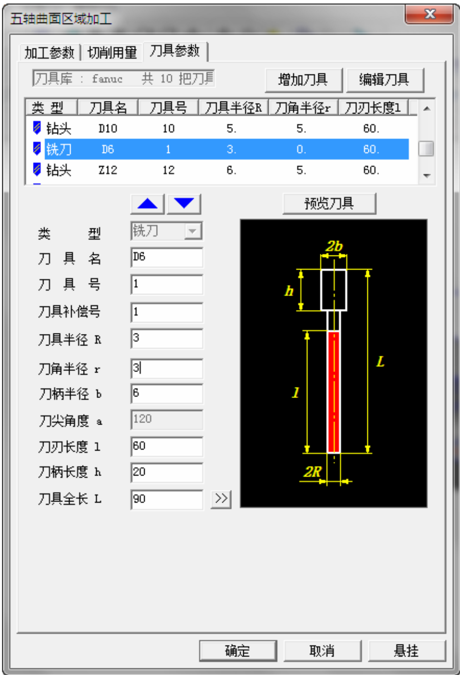


图 8-271 “ 刀具参数 ” 选项卡

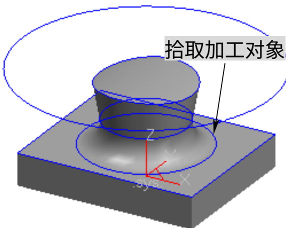


图 8-272　拾取加工对象

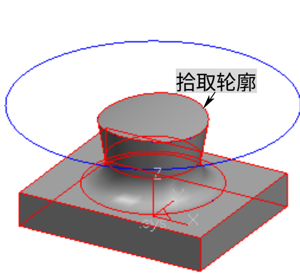


图 8-273　拾取轮廓

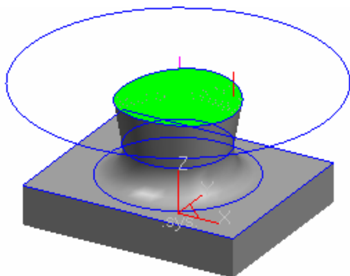


图 8-274　生成刀具轨迹

6）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

5．五轴侧铣精加工侧壁

1）选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴侧铣加工”命令，弹出“五轴侧铣加工”对话框。单击“加工参数”选项卡，设置“延长方式”为“进刀延长”和“退刀延长”，“偏置方式”为“刀轴偏置”，其余参数如图 8-275 所示。

2）单击“接近返回”选项卡，在“接近方式”与“返回方式”中均选为“圆弧”，设置圆弧“半径”参数数值如图 8-276 所示。

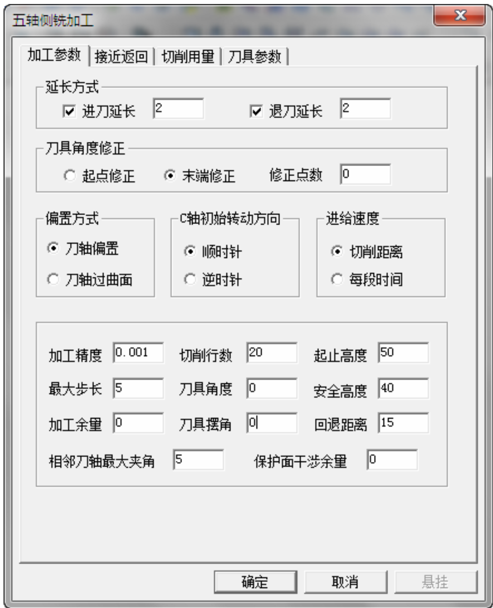


图 8-275　“加工参数”选项卡



图 8-276　“接近返回”选项卡

3）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”参数数值如图 8-277 所示。

4）单击“刀具参数”选项卡，选择刀具名称为 D6 球铣刀，D 代表刀具直径。具体“刀具参数”数值如图 8-278 所示。

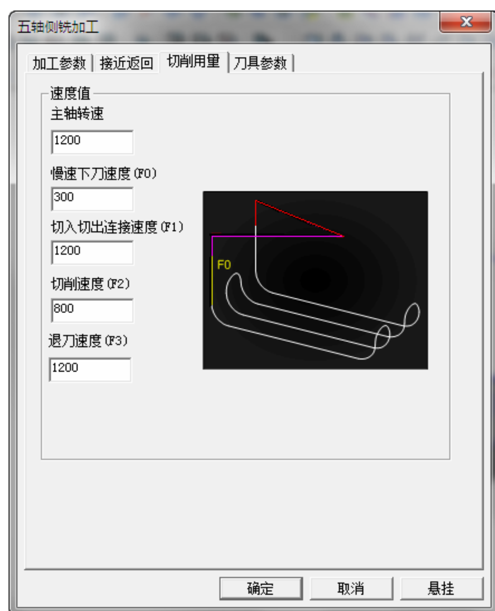


图 8-277　“切削用量”选项卡

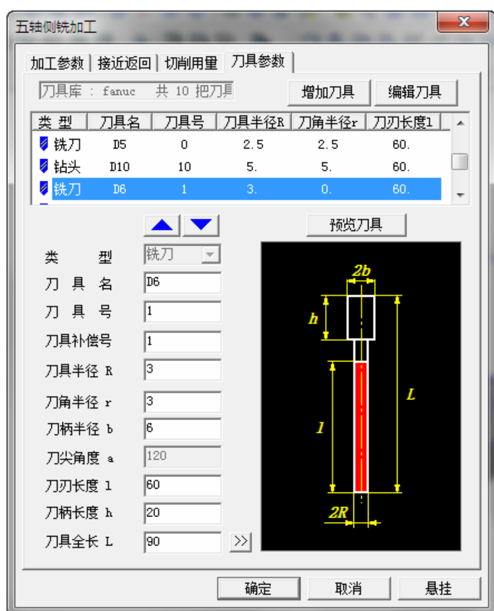


图 8-278　“刀具参数”选项卡

5）完成加工参数设置后，单击“确定”按钮，系统在界面的左下方提示“拾取第一条曲线”、“拾取第二条曲线”，直接拾取如图 8-279 所示的两条曲线，并确定搜索链方向一致。系统继续提示“拾取进刀点”，直接拾取曲面边界任意一点即可，并确定“拾取箭头方向”指向实体外面。

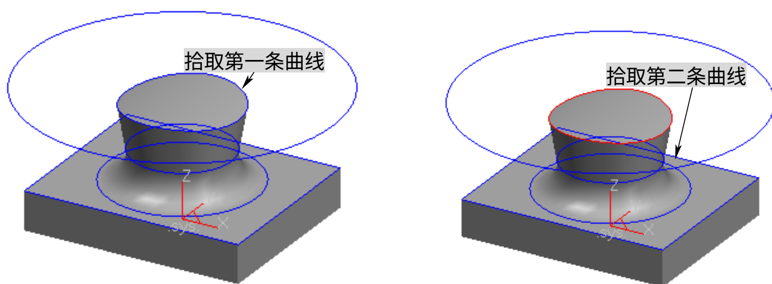


图 8-279　拾取的加工曲线

6）拾取进刀点后，系统接着提示“切换加工方向”，直接单击鼠标右键后系统开始计算，生成图 8-280 所示轨迹。

7）在“加工管理”树中选中刀具轨迹，然后单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单选取“隐藏”命令，刀具轨迹就被隐藏了。

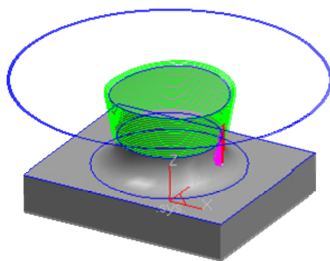


图 8-280　生成刀具轨迹

6．五轴参数线精加工圆角面

1）选择下拉菜单“加工”→“多轴加工”→“五轴参数线加工”命令，弹出“五轴参数线加工”对话框。单击“五轴参数线加工参数”选项卡，设置“步长定义方式”为“加工精度”，“行距定义方式”为“刀次”，其余参数数值如图 8-281 所示。

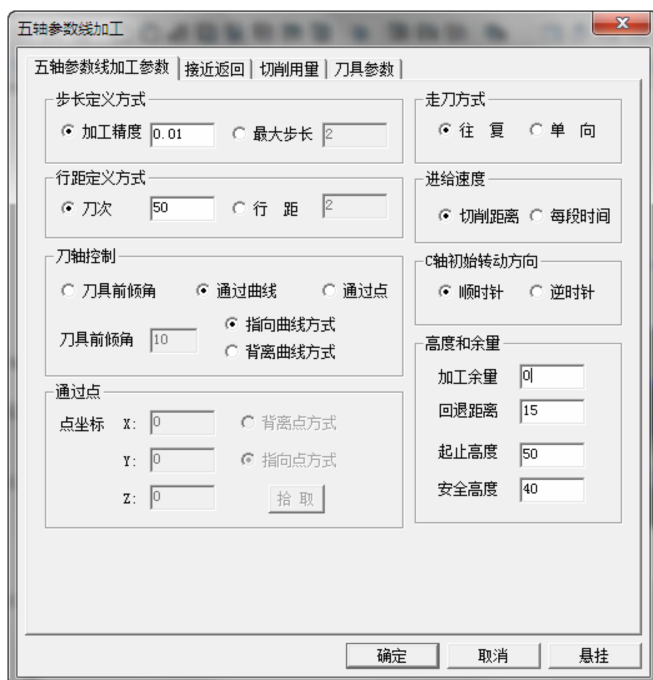


图 8-281 “五轴参数线加工”选项卡

2）单击“接近返回”选项卡，在“接近方式”与“返回方式”中均选为“圆弧”，设置圆弧“半径”参数数值如图 8-282 所示。

3）单击“切削用量”选项卡，设置“主轴转速”“慢速下刀速度”“切入切出连接速度”“切削速度”“退刀速度”参数数值如图 8-283 所示。

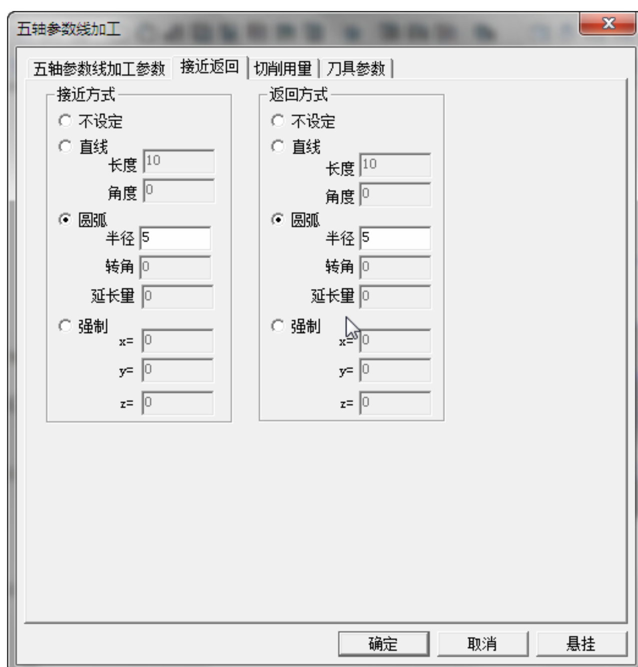


图 8-282 “ 接近返回 ” 选项卡



图 8-283 “ 切削用量 ” 选项卡

4）单击 “ 刀具参数 ” 选项卡，选择 D6 球铣刀，其他 “ 刀具参数 ” 如图 8-284 所示。

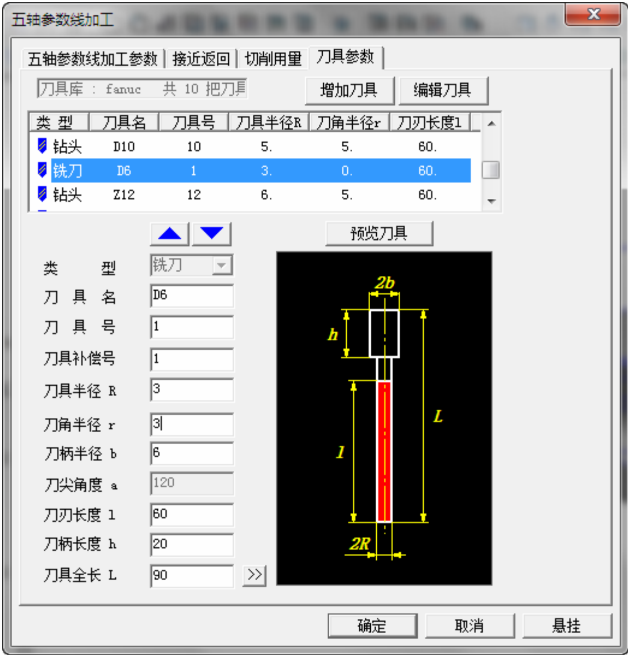


图 8-284 “ 刀具参数 ” 选项卡

5）完成加工参数设置后，单击“ 确定 ”按钮，系统在界面的左下方提示“ 拾取加工对象 ”，直接拾取如图 8-285 所示的实体表面，拾取的表面立即变为红色，单击鼠标右键结束拾取。系统继续提示 “ 拾取进刀点 ”，直接拾取曲面边界任意一点即可。

6）拾取进刀点后，系统接着提示 “ 切换加工方向 ”，直接单击选择图 8-286 所示的方向。系统继续提示 “ 改变曲面方向 ”，单击箭头可以改变曲面方向，使其指向曲面的外部，然后单击鼠标右键结束。

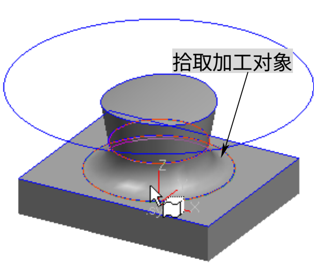


图 8-285 拾取加工对象

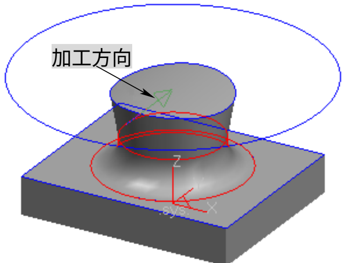


图 8-286 拾取加工方向

7）系统继续提示拾取刀轴曲线，选择图 8-287 所示的曲线作为刀轴通过的曲线，然后单击鼠标右键结束。

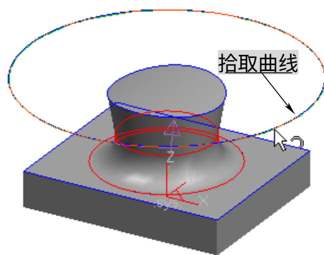


图 8-287　选择刀轴曲线

8）单击鼠标右键后系统开始计算，生成图 8-288 所示轨迹。

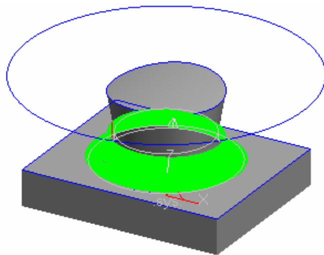


图 8-288　生成刀具轨迹

8.7.3　后置处理

1）选择“加工”→“后置处理 2”→“后置设置”命令，弹出“选择后置配置文件”对话框，如图 8-289 所示。



图 8-289　“选择后置配置文件”对话框

2）可以选中图 8-289 所示的机床后置类型，然后单击“编辑”按钮，打开“CAXA 后置

配置 ”对话框，对该类型进行编辑，修改以生成适合自己机床类型的后置配置文件，如图 8-290 所示。编辑完后单击 “ 保存 ” 按钮即可。

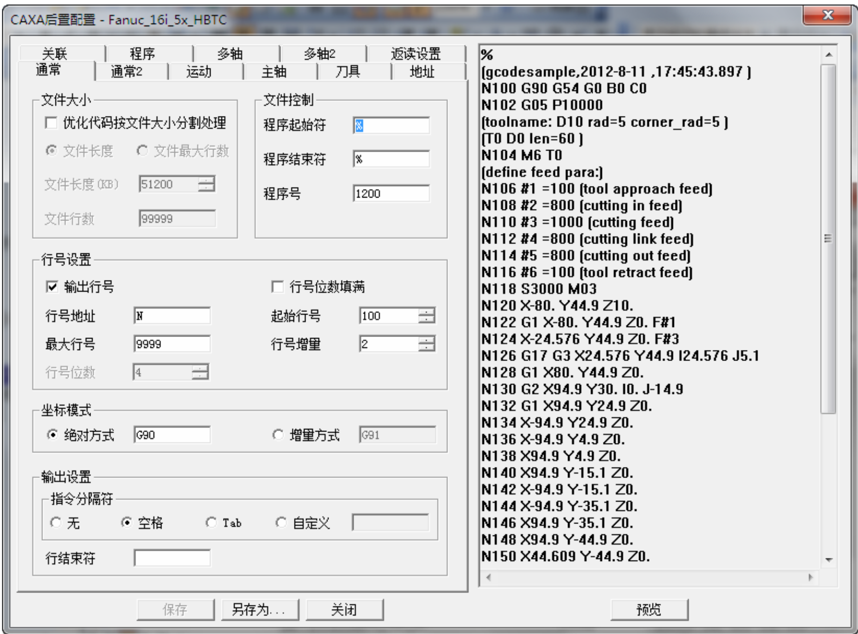


图 8-290 “ CAXA 后置配置 ” 对话框

3）选择下拉菜单 “ 加工 ” → “ 后置处理 2 ” → “ 生成 G 代码 ” 命令，系统自动弹出 “ 生成后置代码 ” 对话框，选取 “ 拾取轨迹后置 ”，并选择如图 8-291 所示数控加工系统。

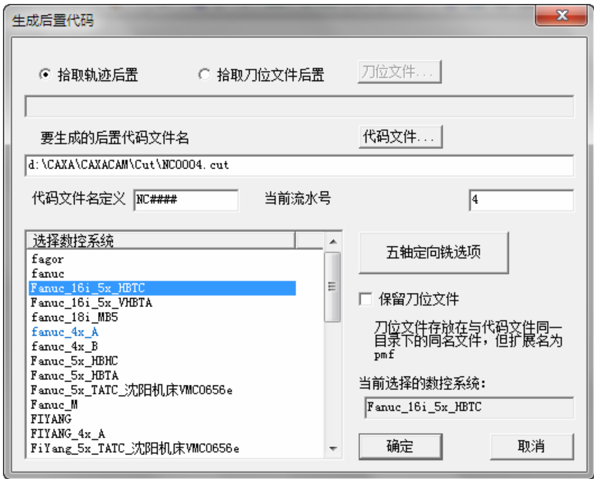


图 8-291 “ 生成后置代码 ” 对话框

4）单击 “ 确定 ” 按钮后，按系统提示分别拾取所有加工轨迹，单击鼠标右键，系统自动弹出数控程序，如图 8-292 所示。

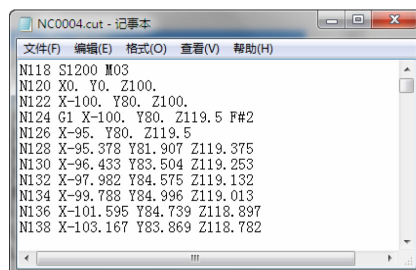


图 8-292　生成的 G 代码

5）选择下拉菜单“文件”→“保存”命令，保存所创建的加工文件。

参 考 文 献

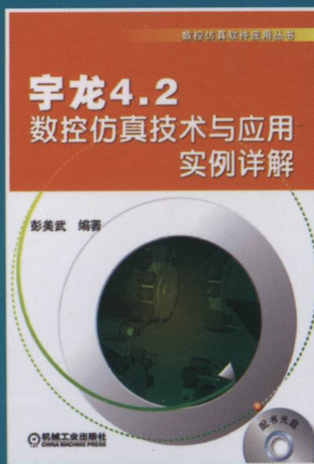
[1] 周玉海，田华彬，王青．CAXA 基础教程——制造工程师2008[M]．北京：人民邮电出版社，2009．
[2] 刘江，高长银，黎胜容．CAXA 多轴数控加工典型实例详解[M]．北京：机械工业出版社，2011．
[3] 刘颖．CAXA 制造工程师 2008 实例教程[M]．北京：清华大学出版社，2009．
[4] 范悦，杨伟群，孙英蛟，等．CAXA 数控车实例教程[M]．2 版．北京：北京航空航天大学出版社，2007．

数控仿真软件应用丛书

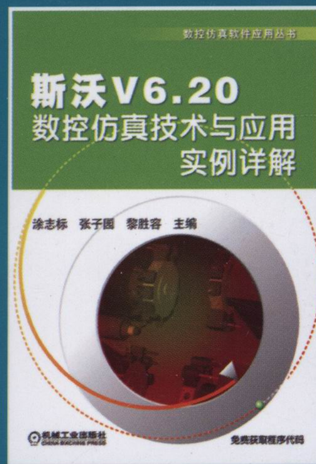
已出版



ISBN 978-7-111-33907-6



ISBN 978-7-111-36029-2



ISBN 978-7-111-39384-9

CAXA 2011
数控仿真技术与实例详解

基本技术与实例相结合，实例讲解详细。

赠送实例素材文件，提高学习效率。

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术/机械工程/数控技术

ISBN 978-7-111-41378-3
策划编辑◎周国萍

ISBN 978-7-111-41378-3



定价：49.00元